Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRADO EN INGENIERIA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFIA

TRABAJO FINAL DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SIG EN EL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE CAN SADURNÍ

“Memoria”

Proyectista: Carlos Matamala

Directores: Felipe Buill, M. Amparo Núñez

Convocatoria: Octubre 2014

SUMMARY

The creation of a Geographic Information System for the archaeological site of Can Sadurní emerged with the aim of offering archaeologists from CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) a computer application that would allow them to see all the information collected over the past 36 years.

To accomplish this, all elements found to date in line D of the cave, were given archaeological grid coordinates and UTM 31N (ETRS89) coordinates and an orthometric height, and a free software (QGIS) was used. This software doesn't need license any additional software in order to be shown on a graphics interface.

The program offers the possibility of accessing all information through programmed applications in Python language, with the option of selecting all the coordinates over current stratigraphy and display them using tabs. The application allows you to export all information obtained in the SIG in various formats.

As a result we have obtained a very useful application in the management of the available information from the excavation.

ÍNDICE / INDEX

1. Introduction……....7

1.1. Objectives……....8

2. The cave site Can Sadurní……..…..…9

2.1. Location and surroundings……...……...9

2.2. Excavation……...…11

2.3. The stratigraphy.....13

3. Realización del SIG…….....23

3.1. Datos de partida…….……..24

3.1.1. Periodos de toma de datos…….……..24

3.1.2. Metodología en la toma de datos…….……..25

3.1.3. Sistemas de coordenadas……..…….…….……..28

3.1.4. Transformaciones de coordenadas.....32

3.2. Diseño de la Base de Datos……..…….37

3.2.1. Diseño de la Base de Datos Gráfica…….……37

3.2.2. Diseño de la Base de Datos Alfanumérica…….……38

3.2.3. Diseño de la fuente…….……41

3.3. Implementación del SIG……..……47

4. Análisis de los resultados……66

5. Conclusiones……67

6. Bibliografía……68

Anexo 1: Traducción al castellano de la tercera lengua (inglés)……..70

Anexo 2: Proceso de Rectificación de Imágenes con RDF……88

Anexo 3: Contenido del CD……94

1. INTRODUCTION

The project develops a Geographic Information System to help archaeologists from CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) to consult quickly and easily all the information that they have been collecting in different excavation campaigns carried out in the archaeological site of the cave Can Sadurní since 1978.

The application will handle all the information, both the stratigraphy and the materials found in the cave.

To implement this application it has been decided to use free software. After evaluating different options, it was chosen QGIS. Among the multiple reasons for this choice, the most important were: cost savings, the ability of installing the application on any computer without licenses, and to be able to offer a guarantee of continuity to the project by the use of a software that is constantly evolving and attracting more and more users.

The ultimate goal is to get an application that allows any archaeologist or person related to archaeology, to be able to check all the information from the cave of Can Sadurní without having to have a payment software or licence. Besides, allowing a constant updating of available information.

The project consists of the following parts:

- Creation of a graph database, that is, the map base of our application from the information provided by archaeologists.

- Editing the Graphic Data Base.

- Summary of the information needed to get and set the Alphanumeric Data Base materials. This information has been provided by the archaeologists and consists of information gathered during the period 1981-2013.

- Converting the local coordinates of the elements found in the cave to archaeological grid coordinates and UTM 31N coordinates (ETRS89) and orthometric height, for georeferencing.

- Once we have all the information stored, the pair of coordinates are charged in QGIS (version 2.0 Dufour) in order to obtain a stratigraphic profile of the cave.

- Creating a toolbar in QGIS with 3 plugins that facilitate the searching and browsing any element.

Over the period for implementing the project, we have managed to place 6.233 items.

1.1. OBJECTIVES

The main objective of this project is to provide CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) with a tool that unites all the information that has been collected in the cave since 1978 and to facilitate their consultation.

The goals that were set at the beginning of the project, are described below:

- To gather and homogenize in a single database all the information that archaeologists have in different formats (paper, Excel, images, etc.)

- To create a tool that allows archaeologists to consult and manage in a simpler and faster way all the documentation.

- To use a free software application, of easy public circulation. In this way, there would not be necessary any other program.

- To ensure that the final project give us some new knowledge, which also is related with the knowledge acquired during the degree.

- To get archaeological grid coordinates and UTM coordinates in the ETRS89 reference system and orthometric height of all elements considered relevant by archaeologists.

- To program an application that allows us to perform searches and queries of all the items that have been catalogued.

2. THE CAVE SITE CAN SADURNÍ

2.1. LOCATION AND SURROUNDINGS

Can Sadurní cave is located in the town of Begues in the Baix Llobregat, in the province of Barcelona, 2 km northeast of the city centre of the village.

The cave is situated at a height of 420 m. above sea level, and has coordinates:

- UTM 31N (Reference System ETRS89)

  X: 409085 m. and Y: 457877 m.

- Geographic coordinates (WGS84)

  Latitude: 41° 20' 47,11" N Longitude: 1° 54' 44,68" E

Fig.1 Location of the cave

It is part of the so called polje from Begues (Monturiol Pous 1964), in the north east of the Garraf, being its highest sector. This elevated valley is a real crossroads (Blasco et al. 1982) used since ancient times. The cave was favourably affected by this situation, while participating in its dominance of a fertile valley rich in water, and it had an enviable natural communications to the Baix Llobregat, Penedés, Anoia and the current county of Garraf.

The site is presented as a set consisting of an outdoor terrace of considerable dimensions, actually a doliniforme depression, and an inner receptacle, formed by karst-tectonic actions, the drain in the hill, called Can Sadurní Cave.

Garraf massif rises from the valley of the Llobregat, Penedés depression and the Mediterranean Sea. It is presented as an individual block that tilts slightly to the SW, consisting of three major stratigraphic levels.

The first level is formed by two Paleozoic blocks with laminar structure materials that only appear in the eastern side of the massif, the lower Llobregat Valley from Gava to Martorell. This level is known as Black Garraf, due to the color of the rocks formed in marine environment until its transformation into metamorphic of laminar structure, that is to say the classical slates.

The second level is Triassic and documents two stages. It is known as Red Garraf because of the color of the sandstones and the conglomerates that form the ridges extending from Castelldefels to Castellví-Rosanes going through Eramprunyà.

The third level, also secondary, extends over the previous one and it is known as White Garraf due to light colour of its materials. It consists of limestone and dolomite as a result of marine sedimentation, and also clays and gypsum from more continental origin.

Can Sadurní Cave is the first known settlement with documented human presence from the Mesolithic (11.000 years ago), although it’s still a large portion to be digged.

2.2. EXCAVATION

In 1978 a group of researchers led by archaeologists Manel Edo, M.Josefa Villalba and Anna Blasco located Can Sadurní cave in the mountains of Montau (Begues, Baix Llobregat).

Fig.2 Can Sadurní cave entrance

After 6 consecutive years of work, and a break of eight years, in 1991 a new research project on the Neolithic in the Baix Llobregat is organized, based on the knowledge and experience gained in the excavation of such significant sites as "Can Sadurní" and "Can Tintorer" by CIPAG archaeologists.

This project, supported by the University of Barcelona and sanctioned by the Generalitat of Catalunya, contemplated interventions in other prehistoric sites in the area of Begues (“Margen del Moro”, “Can Figueres”, etc.) and of course, the resumption of archaeological excavations in the Can Sadurní cave. Following this line, in the fall of 1993, and aflter the cave had been closed and monitored for 10 years, archaeological work was taken up.

After 9 archaeological excavations, in 2005 a reformulation of the project was raised in the form of extending the chronological scope, but enclosing it geographically. With the campaign of year 2006 a new project called *"La Prehistòria al sud-est del Llobregat. De la costa al massís de Garraf-Ordal"* starts. This project was ended in 2013.

In 2008 the CIPAG group, in collaboration with the University of Barcelona and the city council of Begues, developed the "*Projecte Integral d'Història. 30 anys d'investigació prehistòrica a Garraf",* coinciding with the celebrations of the 30th anniversary of systematic excavations in the Garraf. The project involved the calling of some International Conference of Prehistory called "*Garraf, 30 anys d'excavacions arqueològiques",* and the presentation an exhibition of the exposition *"La prehistòria de Garraf. Recull de 30 anys d'excavacions arqueològiques".*

Since 2009 the development of the project "*La Prehistòria al sud-est del Llobregat. De la costa al massís de Garraf-Ordal"* has been continued.

At present, layer 11, belonging to the Postcardial Middle Neolithic (beginning of the middle Neolithic), is being lowered, to meet the entire surface before starting with layer 11b, in which stones and a steep slope towards the interior of the cave are detected.

Fig.3 Inside the cave

2.3. THE STRATIGRAPHY

With 27 stratigraphic layers and over 4 meters of sediment excavated to date, is the most comprehensive archaeological stratigraphy of the recent prehistory of Catalonia.

In these 27 layers 28 different historical episodes are unfolded, which form the most careful script of the passing of human species throughout the Garraf Massif during the past 11.000 years unfold.

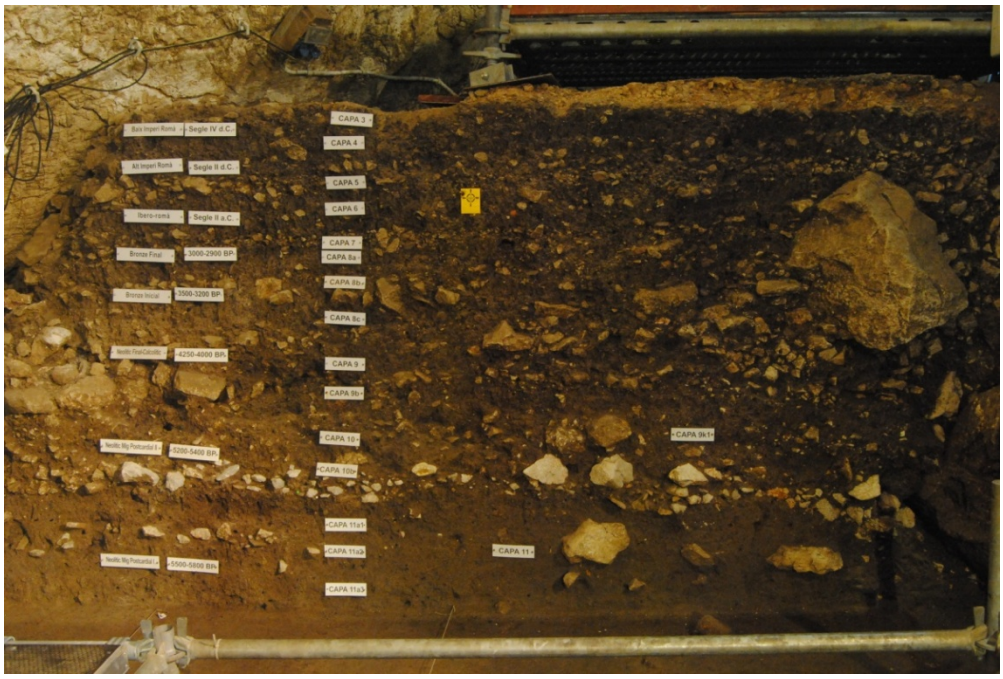


Fig.4 Current stratigraphy (2014)

The first excavation campaigns (1978-1983) were greatly affected by the presence of ditches (some very large), recalling the days when uncontrolled excavators visited the cave. Despite these trenches, was sufficiently clear, the existence of wilderness areas in the early stages to get to establish a reliable stratigraphy.

The fact that the cavity has historically been the drain of the depression on the terrace, has conditioned the delivery of sediment inside.These sediments have been deposited generally in the shape of filled cones and since the entrance is put off-centre from the inner surface of the cavity, two different filled slopes have been produced, one heading north and one heading east, that have marked the arrangement of the different layers and strata of the sediment.

Entre todos los hallazgos encontrados en la cueva de Can Sadurní, cabe destacar especialmente: Among all the findings made in the Can Sadurní cave, it must especially be mentioned:

- The 5 burial episodes, 4 of them from Cardial Early Neolithic burial, Post Cardial Middle Neolithic, Late Neolithic “Veraciano” and Chalcolithic “Campaniforme”) and the last incineration (Bronze Final).

Fig.5 Sepulchral remains

- The oldest remains of beer from all over Europe, dating from about 4300 BC (Middle Neolithic). Barley silos, mills and large ceramic pot with beer remains were found.

Fig. 6 Ceramic pot

- The oldest prehistoric pottery figure from the Iberian Peninsula, which dates from 4500 BC (Middle Neolithic). It is considered a unique element with strong symbolic and spiritual charge, which led it to be called the "Encantat de Begues" for its magical-religious component.

Fig.7 L'Encantat de Begues

The following explains in detail the current stratigraphy of the cave.

SURFACE LAYER

Layer 1

It has an average depth of about 15 cm. It is composed of dark, dry and dusty brown earth. The presence of some medium stones and much gravel is observed. Very fine soil is removed, which makes it not to present a compact structure. It is the surface layer and corresponds to the last thirty or forty years of uncontrolled visits in the cave.

Layer 2

It has an average depth of 15 cm. It has few stones and some limestone gravel. It is a layer in which an abundance of manure is observed.It is concluded that it is the famous layer in which mushrooms were planted during the years after the Spanish Civil War, by the current owner´s cave's father, Mr. Sadurní Vendrell. It is therefore a layer removed. It is seen especially in the interior pictures of the room, lower and flatter, which would help rationalizing and planting and mushrooms cultivation.

Layer 3

It has an average depth of 6 cm. It presents abundant limestone rocks and gravel. This layer is the drainage layer that Mr. Sadurní Vendrell father placed beneath the mushroom farming so that layer 1 remained loose and did not compact too much by irrigation.

STRATUM 1

Layer 4

From this point begins the true ancient stratigraphy of the cave. At the point of sample collection it has a depth of only 4 cm, a fact that does not occur elsewhere in the cave, where the depth is greater. It only has a small amount of calcareous gravels and sands are rounded. Also contains charcoal. This is the first layer in which we observe the inclination of the cave sediments. Archaeological materials disposed in this layer correspond to all presences that have been in the cave until the imperial high moment, being this the time when the layer must have been formed.

Layer 5

This is the first well located level, chronologically and strati graphically. It has an average depth of 17 cm. There are many small, medium, angular sized and limestone's

stones, as well as charcoal. It is a compact layer of small and medium stone, anthropogenic, that seems to be the floor of layer 4 and alto imperial affiliation.

Layer 6

It has a uniform depth of 9 cm. The layer has very few stones and plenty of limestone gravel. It also presents an abundance of charcoal fragments. A C14 dating of charcoal resulted in 2050 ± 80 BP (now 214 ANE-94 DNE). The archaeological materials found in this layer correspond to the habitat phase of an Ibero-Roman time from the late second century BC.

Layer 7

It keeps practically in all its extension a depth of 9cm. This is a layer with a large number of blocks and limestone. A certain amount of charcoal is also shown. Its slope is not excessive because it is an anthropic soil leveling, which is the true ground of the previous Ibero-Roman level.

Layer 8

It has a depth of 28 cm., which expands on the north eastern tables and decreases in south western direction, where practically disappears. The presence of a block and a stone is observed, all limestone. There are plenty of charcoals. On this layer extends the entire sequence of the Bronze Age in which the presence of materials belonging to the Bronze Final and Old / Middle is documented.

The excavation of Table E-7 during the 1993 campaign shows that the mentioned layer could be subdivided into three sub-layers, which we will call a, b and c, being layer 8 a land level, 8b a level of small stones, which could be the floor of the anterior layer and another layer of earth 8c.

Layer 9

It has an average depth of 28 cm. There are plenty of stones and some block, all calcareous.This is the layer where are deposited the collective burials corresponding to Final Neolithic-Chalcolithic of the cave which rose above a layer of medium and large (layer 9b) stones. On this cultural level two combustion structures have been localized, one of them a bucket full of ashes placed between layers 9a and 9b. The second one corresponds to a great home with lots of carbon and stones of the structure itself.This second structure has three combustion C14 dating, the results of which were 4080 ±

100 BP (2915-2400 cal BC), 4130 ± 110 BP (3000-2415 cal BC) and 4160 ± 160 BP (3155 -2400 cal BC). These datings match the cultural moment of the layer.

Layer 9k1

It is called layer 9k1 an episode of exceptional fallen of stones, that took place between layer 9 and layer 9b. From the results obtained in the years 2006 and 2007, you can check out that the fall derived from the southeast wall of the cavity.

Although the formation of the layer is considered an episode of anthropic action of preparing the ground which represents the formation of the layer 9b, for the reception of the burials of Neolithic and Chalcolithic-end, and consequently, should be attributed to this period, the truth is that the layer contains material mainly from the Neolithic postcardial 2 that chronologically corresponds to the early middle Neolithic.

Layer 9b

It consists of a thin layer of small blocksthat is the background to the strict burial layer (layer 9). The layer is uniform in both block sizes and layer thickness, ranging between 7 and 10 cm.

In this layer there have been two structures. The first, clearly combustion, measures about 80cm in diameter, and it is associated with a second structure, filled with stone and no traces of combustion, which is supposed to be a structure of heating and / or maintenance of food.

Layer 10

Its depth is 24 cm. It comes from outside, that is the reason why a sharp slope pointing northeast is observed.This is the layer that corresponds, in most of the tables, to the time of Neollític Middle postcardial Molinot type 2, in its modern phase (Sadurní Can postcardial 2).

Layer 10b

Layer formed by large blocks of limestone with stones of various sizes (large and medium) forming a steep slope, heading NE.Its collapse brought about the fall and penetration of these limestone blocks inside the room, due to the existence, clearly defined of the cone of debris that determines the sedimentological reservoir cavity. The slope is very steep in the region near the top of the cavity area.

STRATUM II

Layer 11

Its depth is 71 cm. This is a very homogeneous layer with few stones and a total absence of large blocks. The colour of the soil is light brown, its texture fine and loose, and looks very dry. The layer contains no stones. It maintains a significant presence of charcoal taxa.

Its arrangement suggests that it is a natural land contribution from outside the cave. This sediment would be caused by the entry of large bodies of water with Earth, probably in a period of heavy rainfall, a fact which is confirmed by the weather and wildlife studies. This layer corresponds to the Neolithic postcardial culturally, Molinot type (Can Sadurní postcardial 1).

Layer 11a1

Its characteristics correspond to the general morphology described for the layer. It is a natural land contribution derived from the exterior of the cave due to a reactivation of colluvium. It is a time of great rains, and these rains mix burials of the second phase of the Middle Neolithic burial I (Neolithic postcardial1b Can Sadurní). The radio carbonic datings are between 5350 and 5250 BP.

Layer 11a2

During the use of the cave as a burial chamber, a small collapse occurred, causing the falling blocks and clayey silts that make the morphology of the layer.These blocks cover the burials of the first phase of the Middle Neolithic burial I (Neolithic postcardial Can Sadurní 1b). This collapse must have been produced around 5400-5375 BP.

Layer 11a3

This is the first phase of burials of tombstone level from Middle Neolithic I. The buried, shown in fetal position and anthropological fully connected, are deposited on the sediment layer 11a4 having the same morphological characteristics of the layer 11a1. The dating of the buried allow to confirm that this first phase is between 5500 and 5400 BP.

Layer 11a4

With the same formal characteristics as the 11a1, this is the layer that gives rise to what will be called Neolítico postcardial 1a Sadurní.

In general, layer 11 corresponds, culturally, to the Neolithic postcardial, Molinot type (Can Sadurní postcardial 1) and also corresponds to the horizon "d" of the exterior terrace of the cave.

Layer 11b

This is similar to layer 10b, with large limestone blocks alongside large and medium stones. The slope from the entrance of the cave is even more pronounced than that of the layer 10b. Its origin is attributed to a natural accident.

STRATUM III

Layer 12

A layer with loamy and fine texture, 4 or 5 cm. Whitish in its upper part and with dark brown detritus on the bottom.Take the usual gradient with respect to the entrance of the cave. It seems that their contribution has been due to a settling of water mixed with lime or marl.

Layer 13

Flat layer of gray-brown earth. It rests on the shoulder of the large cone of entrance of materials and seems to have settled at a time of low colluvial activity. Its thickness is about 10 cm. Although the findings are limited, they indicate that it is an epicardial Early Neolithic.

Layer 14

It is a small stone layer product of a colluvial episode. Its thickness is between 8 and 10 cm. Its arrangement is flat and looks a bit more structured than the layer 13.Wildlife findings are relatively abundant and are accompanied by epicardial style decorated ceramics. Everything indicates the presence of an epicardial Early Neolithic.

Layer 15

Reddish brown layer somewhat more structured, almost without stone, relatively narrow, between 7 and 8 cm. thick. The few findings carried out documenta smooth, dark burnished pottery that speaksto us again of the same world as the previous two layers.

The set of the three layers 13, 14 and 15 have provided abundance of seed, basically barley and wheat.

Layer 16

Very thin layer (1-2 cm.). Hard and flat. It seems like a provision of clay material that has settled and solidified. Natural intake. It is considered sterile and responds to a time interval in which the cave was unoccupied.

Layer 17

Layer of sediment light red-brown, fully structured, rests flat against the shoulder of the large cone in the entrance and seems to have settled at a time of low colluvial activity, with a thickness of between 12 and 14 cm. It is a profusion of archaeological material (seeds, mills, carved stone tools, pottery). This layer is set in a time of Neolithic Old Cardial Final.

Layer 18

The thickness of the layer is made up of a level of large and medium blocks, from the outside of the cavity size. The layer has a slope of 14% in S-SW direction, while in the EW direction has a slope of 5%. It is observed an inclination,, of the sediment probably caused by the fall of the stone blocks from the outer ledge of the cave entrance.

The archaeological material collected puts us in an Early Neolithic Cardial House or Classic, and the cavity at this time is used as the place of burial of the dead. The presence of sherds decorated with cardinals motifs is very high.

STRATUM IV

In the campaign of 2004 it was accomplished to limit the change of stratum, from III to IV, in layer 19, particularly in the sediment of transition between the Mesolithic and Neolithic cardial.

Layer 19

Formed by sediment reddish brown, similar to layer 18, with lots of loose gravel. The soil is loose and slightly moist. The layer has a thickness of 2-3 cm. Sediment without any ceramic material and with lots of different faunal remains and flint tools.

Layer 20

Formed by very dark, very compact and wet red clay without stones. Has a thickness of about 10 cm. It is inclined down towards the inside of the cave heading north.

Layer 21

Formed by red clay and small stones. It maintains the same slope as layer 20, descendant to the interior of the cave, heading north. The recovered remains are those of fauna (rabbit and macrofauna) and carved and boned stone tools, whose analysis, along with radiocarbon dating, ascribe this layer in the Epipalaeolithic.

Layer 21 Structure 6

Layer of sediment, for all practical purposes equal to the layer 21, which differs from it by being packed with charcoal. It is a large layer of concentration of carbon, initially had a flattened appearance, but in reality was bent. Some stones of medium and small size and numerous faunal remains and stone tools were found.

Layer 22

At the S-SE end of box G8, and during the 2007 campaign, the same sediment oflayer 21 appeared againwithout coals, which represents the end of what we called layer 21 Structure 6 and the start of a different episode. The excavated sediment is very poor and the sector has been cleaned only for the record.

Finally, a summary table of the most important absolute datings in the Can Sadurní cave is shown.

QUADRE DE DATACIONS ABSOLUTES DE LA COVA DE CAN SADURNÍ

CODI LAB.	CODI JACIMENT	TIPUS ANÀLISI	TIPUS MOSTRA	DATA ANÀLISI	EDAT BP	CALIBRACIÓ BC 2 sig	CAPA	PERIODE	BIBLIOGRAFIA
I-12266	4CS-E7-D8-Ic	C14 normal	Carbó vegetal	1982	**2050± 80 BP**		6	IBERO-ROMÀ: REPUBLICA	
I-12716	CS-E8-D8-Id	C14 normal	Carbó vegetal	1983	**2920±100 BP**		8	BRONZE FINAL	
I-17919	63CS E7 Id2 8b 186	C14 normal	Carbó vegetal	1994	**3270±150 BP**		8a	BRONZE INICIAL	
UBAR-767	01CS-D/E-6/7-Ie-8c	C14 normal	Carbó vegetal	2003	**3430±110 BP**	2015-1495 BC	8c	BRONZE INICIAL	
I-12717	5CS-H8-If-1	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1983	**4080±100 BP**	2915-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-13315	6CS-I9-Ie-1bis	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1984	**4130±110 BP**	3000-2415 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-13313	6CS-H8-If-1bis	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1984	**4160±160 BP**	3155-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-11533	2CS-F8-G8-G6	C14 normal	Os humà	1980	**4225± 90 BP**	3155-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-11787	3CS-FGH5-Ie	C14 normal	Carbó vegetal	1983	**5800±160 BP**	5070-4415 BC	10	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	EDO ET ALII, 1986
OxA-15490	95CS-I8/I9-10	AMS C13 = 23.4	Llavors Trit dicoc/monoc	2007	**5279± 31 BP**		10	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	INÈDIT
Beta-210652	96CS-H9-Ig-10b-89	C14-AMS	Os humà	2006	**5340± 40 BP**	4320-4290 I 4260-4040 BC	10b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	INÈDIT
Beta 197134	01CS-H9-IID-11-82	C14-AMS	Vértebra humana	2004	**5290± 40 BP**	4240-3990 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
I-17918	93CS-G6-IIc-11	C14 normal	Carbó vegetal	1994	**5350±150 BP**		11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
I-13314	6CS G7 IIe-1	C14 normal	Carbó vegetal	1984	**5470±110 BP**	4540-3935 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	EDO ET ALII, 1986
UBAR 788	01CS-G9-IId-11	C14 normal	Carbó vegetal	2003	**5470±140 BP**	4605-3980 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
Beta-238657	04CS-F8-IId-11-89/21	C14-AMS	Os cabra subad.sencera	2008	**5570± 40 BP**	4470-4340 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
UBAR-846	02CS-I5/I6/H6-11b	C14 normal	Llavors cireres arbòç	2006	**5635± 45 BP**		11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
I-11789	3CS-H5-IIb	C14 normal	Carbó vegetal	1983	**5700±110 BP**	4685-4405 BC	11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	EDO ET ALII, 1986
Beta-210653	03CS-I6-IIe-11b-20	C14-AMS	Maxillar subd	2006	**5790± 40 BP**	4720-4530 BC	11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÈDIT
Beta-179900	97CS-FG8-IIIa-14	C14-AMS	Carbó vegetal	2003	**5980± 40 BP**	4988-4773 BC	14	NEOLÍTIC ANTIC EPICARDIAL	BLASCO ET ALII, 2005
Beta-127898	97CS-F8-IIIb-17	C14 normal	Carbó vegetal	1999	**6050±110 BP**	5227-4709 BC	17	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL FINAL	BLASCO ET ALII, 1999
OxA-15491	96CS-17/18-IIc-11	AMS C13=22.2	Llavors triticum dicoccum	2007	**6376± 34 BP**	5382-5304 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLÉ	MARTIN ET ALII, 2010
OxA-15489	97CS-F8-17	AMS C13= 23.3	Llavors triticum dicoccum	2007	**6391± 34 BP**	5394-5313 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLÉ	MARTIN ET ALII, 2010
UBAR 790	01CS-G8-IIIc-18-107	C14 normal	Llavors cereal	2003	**6405± 50 BP**	5476-5309 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLÉ	BLASCO ET ALII, 2005
OxA-15488	01CS-F8-IIIc-18-55	AMS C13= 22.9	Llavors triticum dicoccum	2007	**6421± 34 BP**	5472-5329 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLÉ	MARTIN ET ALII, 2010
Beta-230733	04CS-I8-IVa-20-355	C14-AMS	Carbó vegetal	2007	**7320± 50 BP**	6330-6320 I 6230-6090 BC	20	MESOLÍTIC D'OSQUES I DENTICULATS	INÈDIT
Beta-179899	03CS-F8-IVd-21	C14-AMS	Carbó vegetal	2003	**9360± 40 BP**	8730-8540 BC	21	EPIPALEOLÍTIC GEOMÈTRIC	INÈDIT
Beta-230734	05CS-F8-IVe-21-40	C14-AMS	Os macrofauna	2007	**10540± 60 BP**	10840-10410 I 10320-10290 BC	21	EPIPALEOLÍTIC MICROLAMINAR	INÈDIT

Fig.8 Table of absolute dating

3. REALIZACIÓN DEL SIG

El primer paso para poder realizar un SIG, es decidir si utilizar software libre o de pago. En nuestro caso, se decidió utilizar software libre, por varias razones, que se detallan a continuación:

- Ahorro de costes. El coste de adquisición es nulo, ya que este tipo de software funciona sin licencias.

- Libertad de uso y distribución. Al no existir licencias, el software se puede instalar en tantas máquinas y tantas veces como el usuario desee.

- Corrección más rápida y eficiente de fallos. Al ser muchas las personas que tienen acceso al código fuente, eso lleva a un proceso de corrección de errores muy dinámico, no hace falta esperar que el proveedor del software saque una nueva versión.

- Independencia del proveedor. No se está supeditado a las condiciones del mercado de nuestro proveedor, es decir que si este se va del mercado porque no le conviene y deja de darnos soporte, se puede contratar a otra persona, ya que el código fuente es público.

- Independencia tecnológica. El acceso al código fuente permite el desarrollo de nuevos productos sin la necesidad de desarrollar todo el proceso partiendo de cero. Esto permite crear nuevas aplicaciones basadas en el código fuente creado en otras aplicaciones.

- Mayor seguridad y privacidad. Los sistemas de almacenamiento y recuperación de la información son públicos. Cualquier persona puede ver y entender cómo se almacenan los datos en un determinado formato o sistema.

- Garantía de continuidad. el software libre puede seguir siendo usado aun después de que haya desaparecido la persona que lo elaboro, dado que cualquier técnico informático puede continuar desarrollándolo, mejorándolo o adaptándolo.

Como aspectos a mejorar dentro del software libre se podría decir:

- Compatibilidad. Algunos programas de código libre pueden dar problemas al ser instalados en Windows.

- Complejidad. Algunas aplicaciones requieren conocimientos avanzados para su uso.

- Información e idioma. La documentación que se puede encontrar, no siempre está en varios idiomas, ni es todo lo completa que puede ser la de una aplicación de pago.

Una vez se decide utilizar software libre, quedaba escoger la aplicación. En un principio se plantea utilizar gvSIG o QGIS, y al final la herramienta utilizada fue QGIS por las siguientes razones:

- Interfaz más flexible y amigable.

- Mejor conexión a base de datos, en particular PostgreSQL y PostGIS (vectorial y raster).

- Mejor administrador de complementos o “plugins” y mayor número de estos.

- Tendencia al alza. La cantidad de usuarios y programadores en QGIS en los últimos años ha crecido mucho más que en gvSIG, lo que ofrecía mejoras continuas en la aplicación y mejor soporte de la misma.

3.1. DATOS DE PARTIDA

3.1.1. PERIODOS DE TOMA DE DATOS

La obtención de la base de datos se ha dividido en 2 partes, según los períodos en los que se han llevado a cabo las diferentes campañas.

Periodo 1: Campañas 1978 a 1983

La excavación de la cueva de Can Sadurní se inició en 1978, y entre los años 1978 y 1983 se realizaron 6 campañas consecutivas, pero la complejidad del estudio e

interpretación de los restos arqueológicos recuperados y los problemas para la financiación, entre otras cosas, paró la continuidad de las excavaciones durante 10 años.

Periodo 2: Campañas 1993 a 2014

Gracias al nuevo proyecto de investigación sobre el Neolítico en el Baix Llobregat promovido por la Generalitat en 1991, se retoman los trabajos de campo en 1993.

En este segundo periodo, se amplía el ámbito del proyecto y en 2006 se empieza uno nuevo llamado "*La Prehistòria al sud-est del Llobregat. De la costa al massís de Garraf-Ordal".*

En este impasse de tiempo, y debido a falta de recursos, nos encontramos con algunos años, como por ejemplo 1995 o 2000 que no se realizan campañas en campo.

3.1.2. METODOLOGIA EN LA TOMA DE DATOS

En un principio, la metodología de excavación se planteó siguiendo un sistema de referencia cartesiano, mediante una cuadricula de 1 metro x 1 metro.

Lo primero que se hizo fue intentar relacionar la topografía exterior de la cueva con la cavidad interior. Para ello, se designó una cota "0" que pudiera ser común a ambas partes del yacimiento. A continuación, se procedió a cuadricular el espacio interior mediante la instalación de una cuadricula aérea, en medio de la sala central. Esta cuadricula se colgó 2 metros por debajo del punto 0 exterior, de manera que fuese factible iniciar inmediatamente la topografía del interior de la sala y relacionarla con la plataforma exterior.

Dentro de la cueva, la cuadrícula instalada permitió dividir el espacio en cuadrados de 1 x 1 metro. Los ejes de abscisas (frontales) se designaron con letras (A,B,C,...) mientras que los ejes de ordenadas (sagitales) se identificaron con números (1,2,3,...). Cada cuadro se designa por la intersección de la letra y el numero en el punto 0,0.

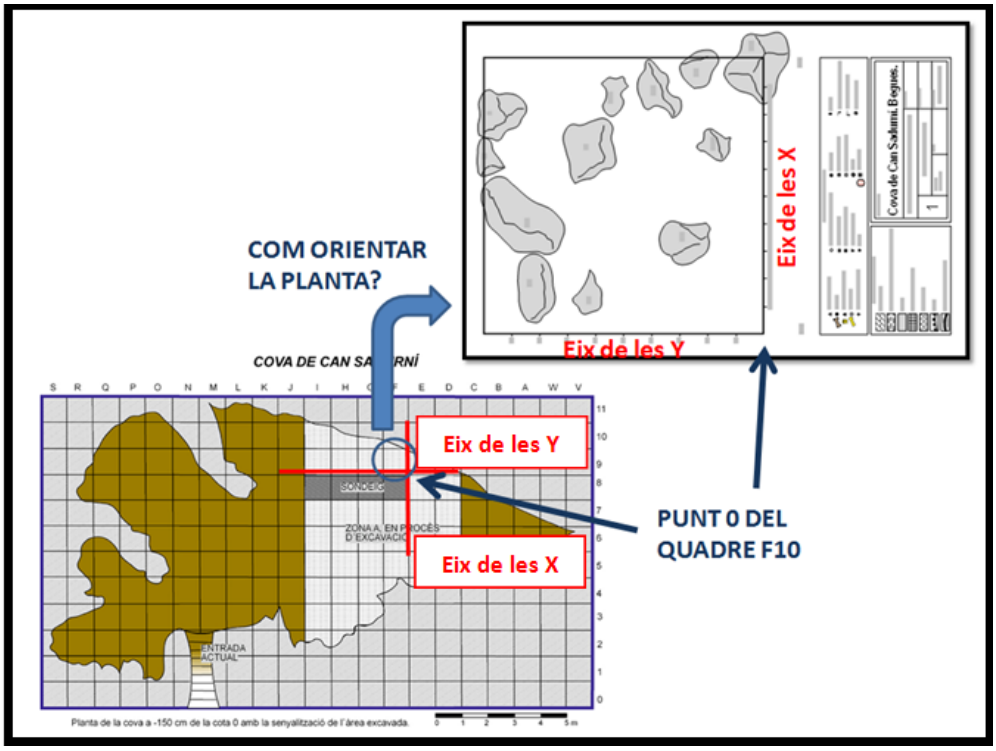


Fig.9 Ejes X e Y en la cuadrícula y ficha

Por lo que se refiere al método de profundización, la idea inicial fue la de seguir los estratos detectados por apreciación visual. Para una mejor constatación de los estratos observados, estos fueron subdivididos en niveles teóricos de 20 cm. Los estratos se designaron por números romanos (I, II) y los niveles teóricos por letras minúsculas (a, b, c ...). Con el transcurso de las campañas se contempló la necesidad de subdividir, aún más, determinados cuadros con gran abundancia de material u otras circunstancias específicas. Así, a partir de la cuarta campaña se empezaron a utilizar las "tallas" como subdivisión de los niveles. En general, las tallas se hacían de 10cm. a excepción de algunos casos muy concretos, y se designaron con números (0, 1, 2 ...).

El sistema de excavación se complicó bastante, en cuanto a la terminología empleada, a partir del estudio edafológico que se hizo al terminar la sexta campaña. En el interior de la cueva, los edafólogos distinguieron más estratos en la secuencia sedimentológica que los detectados con anterioridad por los arqueólogos. Para evitar la confusión entre "estratos" (los descritos por los edafólogos) y los otros "estratos" (los descrito los arqueólogos), se decidió cambiar la denominación, y llamar "capas" a los “estratos” detectados por los edafólogos. En el exterior de la cueva la problemática fue menor ya que, por la especial sedimentación de tipo horizontal de la dolina, los edafólogos llamaron "horizontes" los diferentes sedimentos detectados, por lo que no

entraron en conflicto con la terminología previamente establecida y no se tuvo que hacer ningún cambio. En el interior de la cueva se han detectado hasta la fecha, 28 capas.

El sistema de excavación mediante cuadros y niveles teóricos, permitió una independencia y alternativa en los trabajos, factor que resultó muy útil y positivo debido al irregular estado en que se presentaba el yacimiento al inicio de las intervenciones. El descubrimiento de grandes zanjas, desniveles, y agujeros, hacían dudar seriamente de la existencia de una estratigrafía uniforme que se pudiera seguir en extensiones más o menos amplias. A lo largo de la quinta campaña se consiguieron eliminar todas las zanjas.

Este importante hecho, junto con la experiencia adquirida durante las diferentes campañas ofrecían la posibilidad de empezar, a partir de la sexta campaña, la excavación extensiva de las áreas liberadas de las remociones.

Por lo que se refiere al establecimiento de coordenadas del material arqueológico, en principio se decidió realizar solo la del material significativo, aunque con la posibilidad de revisarlo. En material seleccionado fue el siguiente:

- Las formas cerámicas y las decoraciones.
- Las formas y semiformas óseas.
- Utillaje óseo.
- El sílex, tanto el cortado como los restos del corte
- Otros materiales de corte y/o pulido
- Las monedas
- Utillaje metálico y los restos de fundición.
- El vidrio con forma y/o decoración
- Las muestras de carbón vegetal
- Los restos vegetales
- Cualquier elemento extraño respecto al contexto.

Lo más importante en esta segunda fase fue la introducción en 1996 de una estación topográfica (teodolito con distanciómetro) para una obtención de datos mucho más precisa. A partir de 2009, se introdujo una segunda estación total, para dar agilidad a

la toma de datos.

Por lo que se refiere al procesamiento de la información se ha continuado introduciendo directamente en el ordenador todas las medidas de los materiales arqueológicos que hacía falta darle coordenadas planimétricas, utilizando hojas de cálculo y bases de datos, así como programas de conversión de coordenadas expresamente diseñados para la casuística concreta del yacimiento.

A nivel de metodología los cambios más significativos que se introdujeron a partir de la campaña del 1993 fueron:

- Profundizar siguiendo las diferentes capas detectadas por los estudios edafológicos. Se mantienen los niveles teóricos (a, b, c…) y los estratos diferenciados en origen (I y II), pero solo como punto de referencia para las campañas anteriores. A partir de la campaña de 1993, el número de capa (1 a 28) se incorpora al registro del material arqueológico en todos sus efectos (estratigrafía, plantas, inventario, …)

- Priorizar la excavación en extensión siguiendo las diferentes capas sedimentologías, utilizando el sondeo estratigráfico como conocimiento de las nuevas capas a excavar y preparación de las intervenciones.

- Utilización sistemática de la criba para todos los sedimentos procedentes de los niveles prehistóricos. Básicamente esta utilización será para todos los cuadros del sondeo y para los cuadros piloto de muestra.

- Uso sistemático del ordenador y del teodolito con distanciómetro para el registro y tratamiento de datos de una manera más precisa.

3.1.3. SISTEMAS DE COORDENADAS

Una vez recopilada toda la información, se consiguió tener una BBDD de 6.233 elementos, en 3 sistemas de coordenadas, debido a los diferentes periodos en los que se tomaron las coordenadas.

Para poder cumplir uno de los objetivos del proyecto *“Obtener coordenadas UTM en el sistema de referencia ETRS89 y cota ortométrica, de todos los elementos*

considerados de relevancia por los arqueólogos", se necesitó aplicar un nuevo cambio de coordenadas y por consiguiente tener un cuarto sistema de coordenadas.

A continuación, se definirán cada uno de los sistemas de referencia y los cambios que se aplican entre ellos hasta obtener las coordenadas definitivas.

SISTEMA DE COORDENADAS A (Cuadricula 1x1 m)

El primer sistema de coordenadas es la cuadricula de 1 m x 1 m, donde se dan coordenadas a los elementos importantes, también llamados coordenados.

En las imágenes se puede ver la cuadricula con la que trabajan los arqueólogos y la ficha que queda, una vez digitalizado.

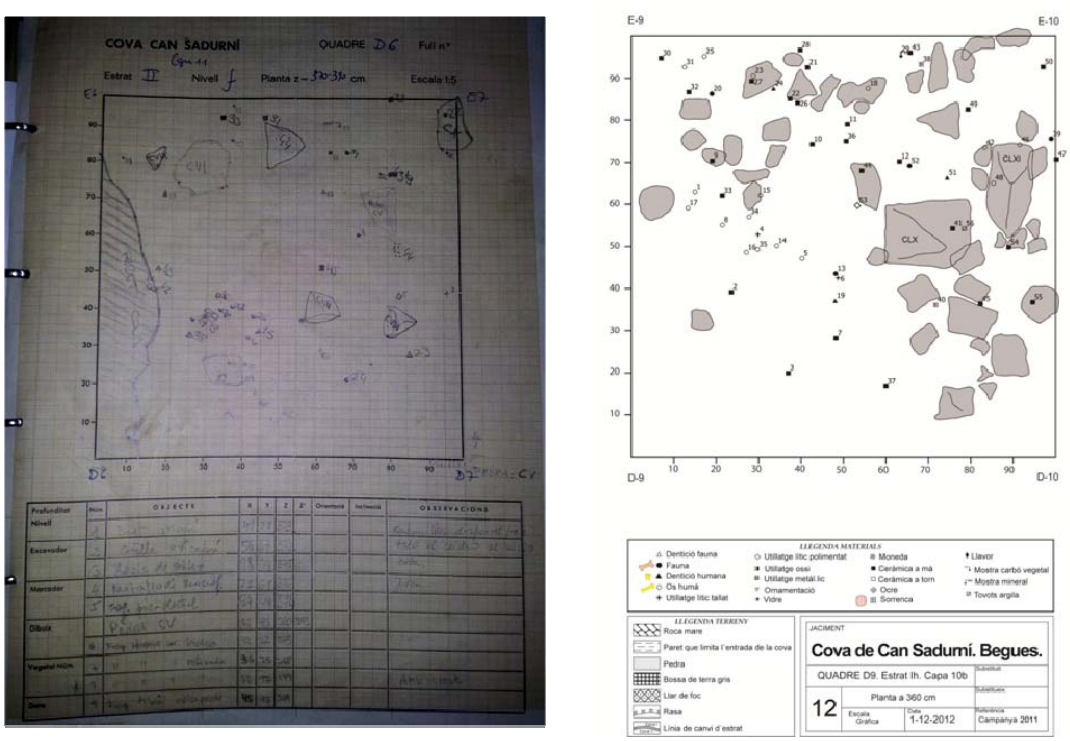


Fig.10 Hoja de toma de datos (manual) y ficha (ordenador)

SISTEMA DE COORDENADAS B (Cuadricula general)

Es el sistema de coordenadas donde el 0,0 está en el origen de la cuadricula D5 como podemos ver en la figura 11.

Así se consigue tener todos los cuadrados de 1x1 relacionados entre ellos y poder

representarlos juntos en un mismo sistema de coordenadas. Las coordenadas se recogen en la tabla 1:

ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Z (m)
D5	0	0	-1,62

Tabla 1 Coordenadas base del sistema B

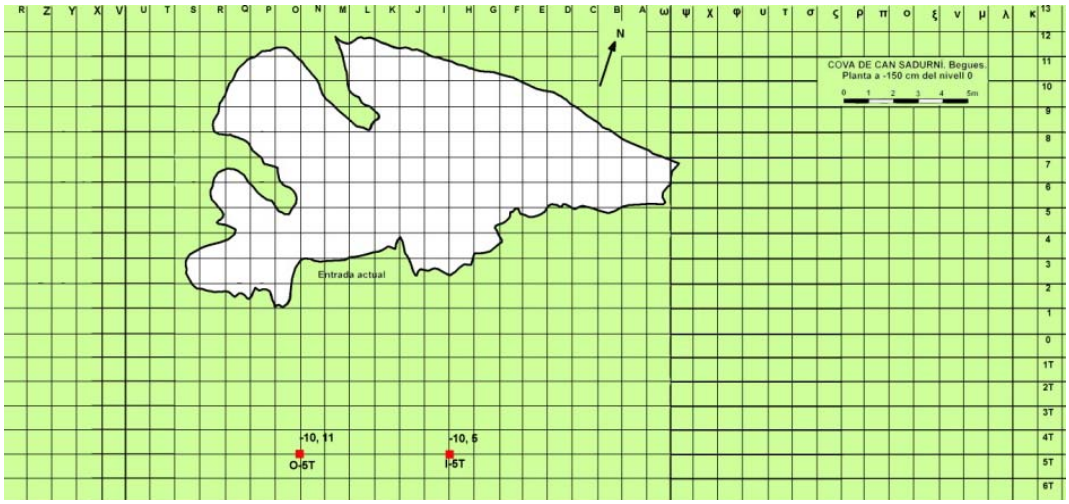


Fig.11 Cuadricula de la cueva

SISTEMA DE COORDENADAS C (Local)

Con la llegada de la estación total a la cueva, se da coordenadas a 2 estaciones fuera de la cueva (E2 y E3) y 2 estaciones dentro de la cueva (E4 y E5).

Las estaciones totales permiten radiar los elementos importantes que se van hallando, de una manera más rápida y fácil.

ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Z (m)
E2	95,884	110,421	102,087
E3	91,878	117,546	101,198
E4	83,144	124,657	97,163
E5	88,36	133,03	96,682

Tabla 2 Coordenadas base del sistema C

SISTEMA DE COORDENADAS D (UTM reducidas)

Para pasar de coordenadas locales a la proyección UTM 31N (ETRS89), primero se transforman a coordenadas UTM reducidas, para poder trabajar más fácilmente. En concreto, se ha reducido en 408.900 metros la coordenada X, 4.577.600 la Y y 400 la cota ortométrica.

ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Cota (m)
E2	96,958	68,023	20,818
E3	94,779	75,443	19,929
E4	88,171	84,543	15,894
E5	95,331	91,313	15,413

Tabla 3 Coordenadas base del sistema D

SISTEMA DE COORDENADAS E (UTM)

Por último, lo que se hace es obtener las coordenadas UTM de cualquier elemento encontrado en el yacimiento de Can Sadurní. Esto servirá para poder representar los elementos en cualquier aplicación, de una manera cómoda ya que la proyección UTM es con la que se trabaja en cualquier organismo oficial.

ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Cota (m)
E2	408996,958	4577668,023	420,818
E3	408994,779	4577675,443	419,929
E4	408988,171	4577684,543	415,894
E5	408995,331	4577691,313	415,413

Tabla 4 Coordenadas base del sistema E

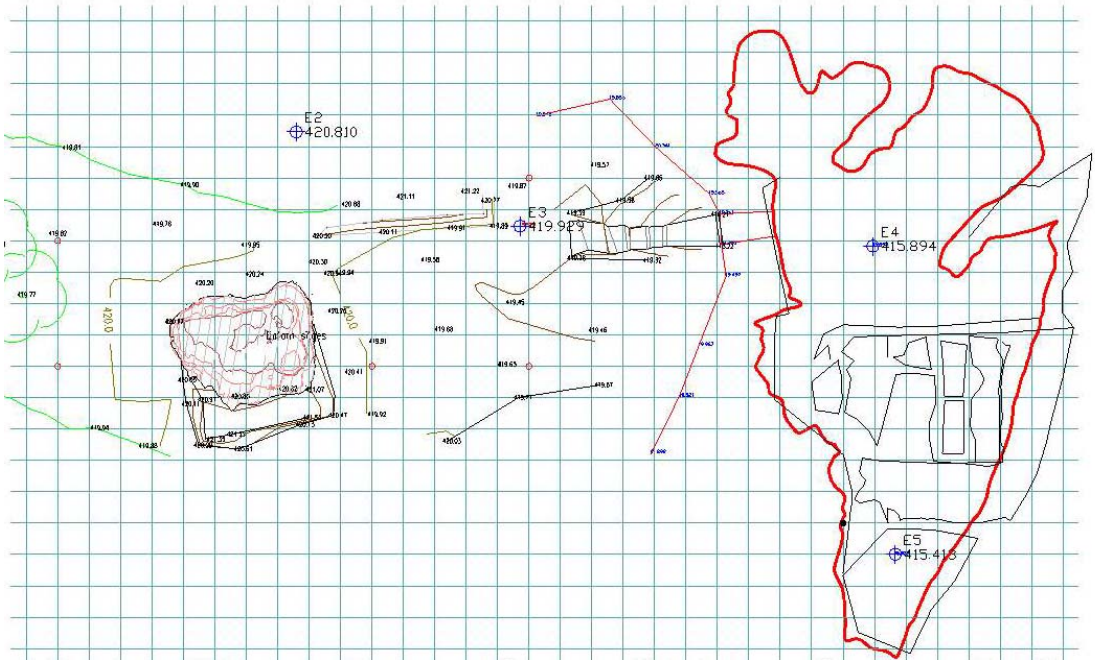


Fig.12 Plano en coordenadas UTM

3.1.4. TRANSFORMACIONES DE COORDENADAS

Una vez definidos todos los sistemas de coordenadas, se explicará cómo pasar de un sistema a otro mediante una transformación de semejanza bidimensional.

La transformación de semejanza bidimensional es una transformación del plano compuesta de una rotación de ejes, una homotecia y una traslación.

La rotación de ejes de ángulo α sería la que se puede ver en la figura 13.

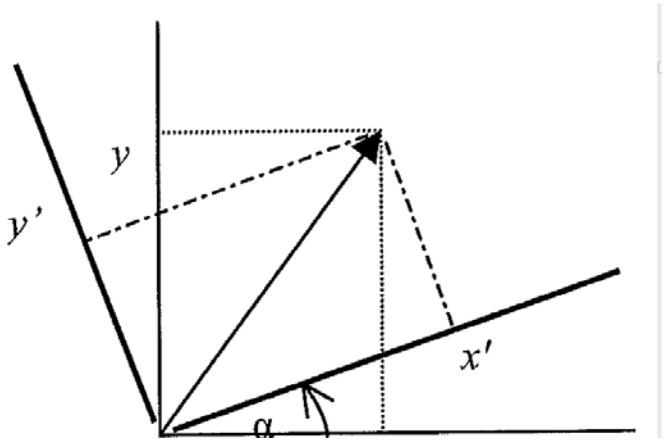


Fig.13 Rotación de ejes en sentido antihorario

La homotecia de razón λ se representaría como en la figura 14

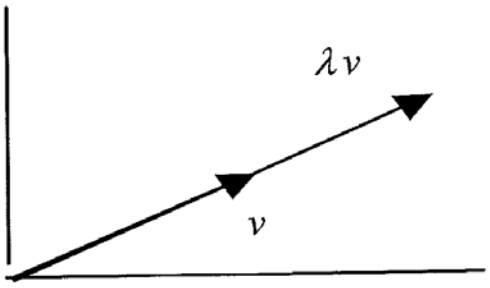


Fig.14 Homotecia

La traslación de ejes de vector *t = (tx, ty)* que se ve en la figura 15.

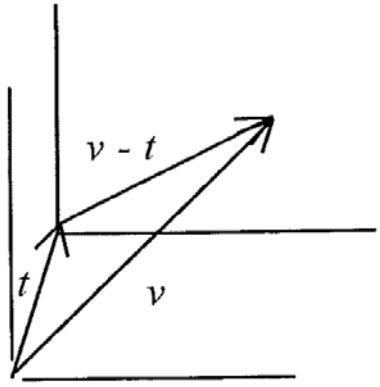


Fig.15 Traslación de ejes

La composición de las tres es una transformación de ecuaciones del tipo:

$$\lambda\begin{pmatrix}\cos\alpha & \sin\alpha\\ -\sin\alpha & \cos\alpha\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}tx\\ ty\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}x'\\ y'\end{pmatrix}$$

Fig.16 transformación de ecuaciones

Esta expresión permite, dado un punto de coordenadas (x, y), calcular las coordenadas (x', y') del punto transformado. Se puede observar que sobre las coordenadas (x,y) primero se aplica el giro de ejes, luego el cambio de escala y por último la traslación.

En general, en las aplicaciones se presenta el problema de estimar el valor de los cuatro parámetros a partir de un número de puntos de control, de los cuales se

conocen sus coordenadas (x,y) y las del punto transformado (x', y'). Para cada punto de control se tienen las dos ecuaciones lineales en los cuatro parámetros:

$$\begin{pmatrix} x & y & 1 & 0 \\ y & -x & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ g \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

Fig.17 Ecuación lineal de 1 punto

Cada dos puntos de control se obtiene un sistema lineal determinado de cuatro ecuaciones y cuatro incógnitas. Para compensar los errores en las observaciones y cálculos que llevan a la evaluación de las coordenadas (x,y) y (x',y') del punto de control y del punto transformado respectivamente, conviene tomar un mínimo de tres puntos y estimar los parámetros mediante el método de mínimos cuadrados con un sistema sobredeterminado:

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & -x_1 & 0 & 1 \\ \dots & & & \\ x_k & y_k & 1 & 0 \\ y_k & -x_k & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ g \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ \dots \\ x'_k \\ y'_k \end{pmatrix}$$

Fig.18 Ecuación lineal con varios puntos

La mayoría de los coordenados de que se dispone tienen coordenadas en el sistema A (Cuadricula 1x1 m).

Para conseguir las coordenadas UTM lo que se hace es calcular cambios de coordenadas entre los diferentes sistemas de coordenadas aplicando una transformación de semejanza bidimensional.

TRANSFORMACIÓN 1. SISTEMA DE COORDENADAS A a SISTEMA DE COORDENADAS B

En este primer paso, y debido que se trabaja solo con la línea D, solo se necesita sumar a la coordenada X tantos metros como cuadriculas haya de separación, es

decir, que se pasa de una cuadrícula de 1x1 metro a un conjunto de cuadrículas. La coordenadas Y y Z no sufren ninguna modificación.

TRANSFORMACIÓN 2. SISTEMA DE COORDENADAS B a SISTEMA DE COORDENADAS C

Para pasar del sistema de coordenadas cuadricula conjunta (x, y) al sistema de coordenadas local (x', y') se deberá aplicar la transformación de semejanza bidimensional. En este caso se han utilizado las coordenadas x, y de 3 puntos (estaciones E4 y E5 y punto de partida de la cuadricula D5)

	SISTEMA DE COORDENADAS B			SISTEMA DE COORDENADAS C		
ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
D5	0,000	0,000	-1,620	89,102	131,244	97,433
E4	0,962	8,830	-1,890	83,144	124,657	97,163
E5	1,649	-1,011	-2,371	88,360	133,030	96,682

Tabla 5 Coordenadas en sistemas B y C

Aplicando el siguiente sistema de matrices, se obtienen los parámetros a, b, g y h.

$$\begin{pmatrix} 0{,}96 & 8{,}83 & 1 & 0 \\ 8{,}83 & -0{,}96 & 0 & 1 \\ 1{,}65 & -1{,}01 & 1 & 0 \\ -1{,}01 & -1{,}65 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ g \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 83{,}14 \\ 124{,}66 \\ 88{,}36 \\ 133{,}03 \\ 89{,}10 \\ 131{,}24 \end{pmatrix}$$

matriz A matriz B matriz C

Una vez se tienen los parámetros se aplican las siguientes fórmulas, para obtener las nuevas coordenadas (sistema de coordenadas C) de los puntos de los que se tenía solo la coordenada en el sistema de coordenadas B.

$$x' = ax + by + g$$

$$y' = ay - bx + h$$

La coordenada z' (sistema de coordenadas C) de los elementos del yacimiento se obtienen sumando a la coordenada z (sistema de coordenadas B), la diferencia entre z y z' del punto D5 (coordenada conocida).

TRANSFORMACIÓN 3. SISTEMA DE COORDENADAS C a SISTEMA DE COORDENADAS D

Para pasar del sistema de coordenadas local (x, y) al sistema de coordenadas UTM reducidas (x', y') se deberá aplicar la transformación de semejanza bidimensional. En este caso se han utilizado 3 puntos (estaciones E3, E4 y E5)

	SISTEMA DE COORDENADAS C			SISTEMA DE COORDENADAS D		
ESTACIÓN	X (m)	Y (m)	Z (m)	X	Y	Cota
E3	91,878	117,546	101,198	94,785	75,447	19,929
E4	83,144	124,657	97,163	88,160	84,546	15,894
E5	88,360	133,030	96,682	95,336	91,306	15,413

Tabla 6 Coordenadas en sistemas C y D

Se aplica la misma transformación que en el apartado anterior.

La coordenada z' (sistema de coordenadas D) de los elementos del yacimiento se obtienen sumando a la coordenada z (sistema de coordenadas C), la diferencia entre z y z' del punto E4 (coordenada conocida).

TRANSFORMACIÓN 4. SISTEMA DE COORDENADAS D a SISTEMA DE COORDENADAS E

Para pasar de las coordenadas UTM reducidas y cota ortométrica reducida, solo se deberá aplicar el incremento que se había restado para poder trabajar con menos cantidad de dígitos.

Los incrementos que se aplican son 408.900 metros en la coordenada X, 4.577.600 en la Y y 400 en la cota ortométrica.

3.2. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

En este apartado se explicará la forma en que se ha estructurado, toda la información almacenada durante el proceso de obtención de la base de datos alfanumérica. También se analizarán las modificaciones realizadas sobre las tablas creadas, para la propia aplicación informática.

3.2.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS GRÁFICA

La parte gráfica está formada por 17 capas de elementos coordenados. La división en estas capas se ha hecho por código o clase de los elementos encontrados en la cueva. En la tabla 7 se encuentra su definición:

CODI	CLASSE
01MC	MOSTRA CARBÓ
02MV	MOSTRA VEGETAL
03MM	MOSTRA MINERAL
04FN	MICROFAUNA
05FN	MACROFAUNA
06MF	MALACOFAUNA
07OH	OS HUMÀ
08UT	U. L. TALLAT
09UP	MACROUTILLATGE
10UO	UTILLATGE OSSI
11UM	UTILLATGE METAL.LIC
12VD	VIDRE
13OM	ORNAMENTACIÓ
14OC	OCRE
15UC	UTILLATGE CERÀMIC
16CMD	CMÀ DECORADA
16CML	CMÀ LLISA
16CTD	CTORN DECORADA
16CTL	CTORN LLISA
17EC	ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ

Tabla 7 Relación Código-Clase

Todos los elementos gráficos de las capas son de tipo punto. El campo que define la capa será CODIGO.

3.2.2. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS ALFANUMÉRICA

Para realizar este proyecto se ha partido de una BBDD en formato Excel con todos los elementos encontrados en la línea D de la cueva, durante las campañas de 1981 a 2013.

El primer paso ha sido determinar todos los elementos coordenados de la línea D de la cueva, en este caso 6.233 elementos, ya que en el listado facilitado había muchos elementos sin coordenadas o con información errónea que se tuvo que depurar.

Una vez se tenían separadas las 17 capas de puntos, lo que se ha hecho es darle coordenadas UTM 31N (ETRS89) y cota ortométrica a todos los puntos siguiendo los cambios de coordenadas comentados en el apartado 3.1.4

Toda la información estaba disponible en los sistemas de coordenadas A y C. A esta información facilitada por los arqueólogos se ha llamado:

X, Y, Z -> Sistemas de coordenadas A.

X_LCAL_Arq, Y_LCAL_Arq, Z_LCAL_Arq -> Sistema de coordenadas C.

A partir de estas coordenadas se han calculado las todos los cambios de coordenadas hasta llegar a las UTM 31N (ETRS89) y cota ortométrica.

Todos los campos intermedios auxiliares que se han creado en este proceso son los siguientes:

- **Sistema de coordenadas A -> Campos X_01, Y_01, Z_01**. Son las coordenadas calculadas de la cuadricula 0,1. El mismo sistema de coordenadas que X, Y, Z.

- **Sistema de coordenadas B -> Campos X_01A, Y_01A, Z_01A.** Son las coordenadas de la cuadricula 0,1 ampliada a todas las cuadriculas.

- **Sistema de coordenadas C -> Campos X_LCAL, Y_LCAL, Z_LCAL.** Son las coordenadas en sistema local tomadas con las estaciones totales para poder dar coordenadas a los elementos del yacimiento, con bases situadas dentro de la cueva. Son el mismo sistema de coordenadas que X_LCAL_Arq, Y_LCAL_Arq, Z_LCAL_Arq.

- **Sistema de coordenadas D -> Campos X_UTM_R, Y_UTM_R, COTA_R.** Son las coordenadas UTM reducidas en 408900 en X, 4577600 en y 400 en Z, para poder trabajar más cómodamente.

- **Sistema de coordenadas E -> Campos X_UTM, Y_UTM, COTA.** Son las coordenadas UTM definitivas y las que cargaremos en nuestro GIS.

Otro campo que se ha creado es el campo "**N_CUADRO**", que es número de cuadros que hay desde D-05 hasta el cuadro informado en el campo "CUADRO". Este campo calculado nos sirve para calcular el sistema de coordenadas B.

Después de añadir los nuevos campos relacionados con las coordenadas de los puntos se obtiene la siguiente base de datos alfanumérica:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO DE DATO
CRONO	Texto
CRONOLOGIA_GENERAL	Texto
EPISODIO_CULTURAL	Texto
CAMPANYA	Numérico
CAPA	Texto
NIVEL	Texto
CUADRO	Texto
CODIGO	Texto
N_INVENTARIO	Texto
N_COORDENADO	Texto
CLASE	Texto
CAMPO	Texto
QUANT	Numérico
DIM	Texto
DENOMINACION	Texto
C1	Texto
C2	Texto
C3	Texto

C4	Texto
C5	Texto
C6	Texto
C7	Texto
C8	Texto
OBSERVACIONES	Texto
DESCRIPCION	Texto
X	Numérico
Y	Numérico
Z	Numérico
X_LCAL_Arq	Numérico
Y_LCAL_Arq	Numérico
Z_LCAL_Arq	Numérico
X_01	Numérico
Y_01	Numérico
Z_01	Numérico
X_01A	Numérico
Y_01A	Numérico
Z_01A	Numérico
X_LCAL	Numérico
Y_LCAL	Numérico
Z_LCAL	Numérico
X_UTM_R	Numérico
Y_UTM_R	Numérico
COTA_R	Numérico
X_UTM	Numérico
Y_UTM	Numérico
COTA	Numérico
N_CUADRO	Numérico

Tabla 8 Campos de la BBDD alfanumérica

Los primeros 25 campos son los facilitados por el espeleólogo, para referenciar, inventariar y explicar todo lo relacionado con el elemento al que se ha dado coordenadas.

Los siguientes 21 campos, son las coordenadas de los elementos en los diferentes sistemas de coordenadas utilizados en la excavación.

El último campo, también es un campo calculado para poder hacer transformaciones de coordenadas.

A parte de toda la información tratada a nivel de datos alfanuméricos, también se ha creado una base de datos de imagen, que serán las que aparecerán en las fichas de los elementos cuando se seleccione a través del botón de información.

3.2.3. DISEÑO DE LA FUENTE

Después de analizar todas las posibilidades que ofrecía QGIS a la hora de representar los elementos puntuales mediante elementos vectoriales o imágenes, se decidió crear una simbología nueva que fuera igual o muy parecida a la utilizada por los arqueólogos en sus planos y así hacerles más fácil el trabajo en la utilización de la nueva herramienta de consulta.

CODIGO	CLASE	ICONO
01MC	MOSTRA CARBÓ	
02MV	MOSTRA VEGETAL	
03MM	MOSTRA MINERAL	
04FN	MICROFAUNA	
05FN	MACROFAUNA	
06MF	MALACOFAUNA	
07OH	OS HUMÀ	
08UT	U. L. TALLAT	
09UP	MACROUTILLATGE	
10UO	UTILLATGE OSSI	
11UM	UTILLATGE METAL.LIC	

12VD	VIDRE	
13OM	ORNAMENTACIÓ	
14OC	OCRE	
15UC	UTILLATGE CERÀMIC	
16CMD	CMÀ DECORADA	
16CML	CMÀ LLISA	
16CTD	CTORN DECORADA	
16CTL	CTORN LLISA	
17EC	ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ	

Tabla 9 Relación Iconos-Capas

Para crear la simbología se ha utilizado un programa llamado **"Inkscape"** que permite dibujar cualquier tipo de elemento y guardarlo con extensión *.svg (Scalable Vector Graphics). Esta es una de las extensiones que utiliza QGIS para poder cargar imágenes.

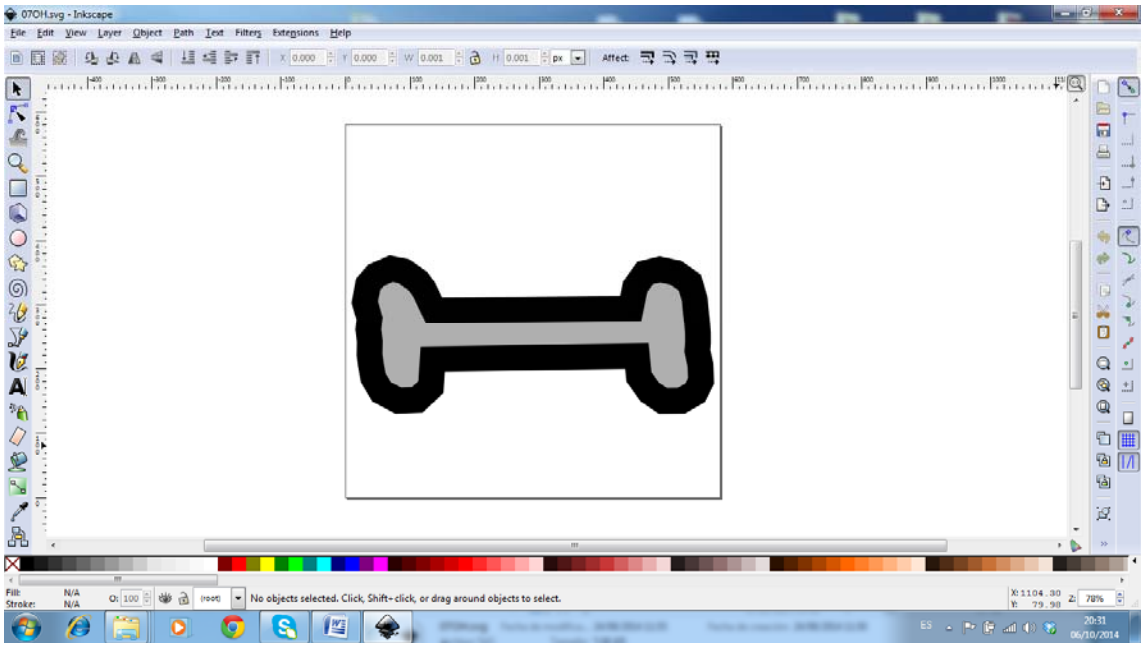


Figura 19 Pantalla Inskcape

Se ha utilizado la extensión *.svg porque es un lenguaje basado en texto que se utiliza para crear gráficos compactos y de alta calidad para web, impresión, dispositivos móviles, cartografía SIG y animación.

Todos los iconos creados quedan ubicados en:
C:\Program Files\QGIS Dufour\apps\qgis\svg\proyecto

El proceso para asignar las imágenes a cada capa, se detalla a continuación.

En primer lugar, se selecciona la capa y se clica el botón derecho para ir a “propiedades” de la capa, como se ve en la figura 20.

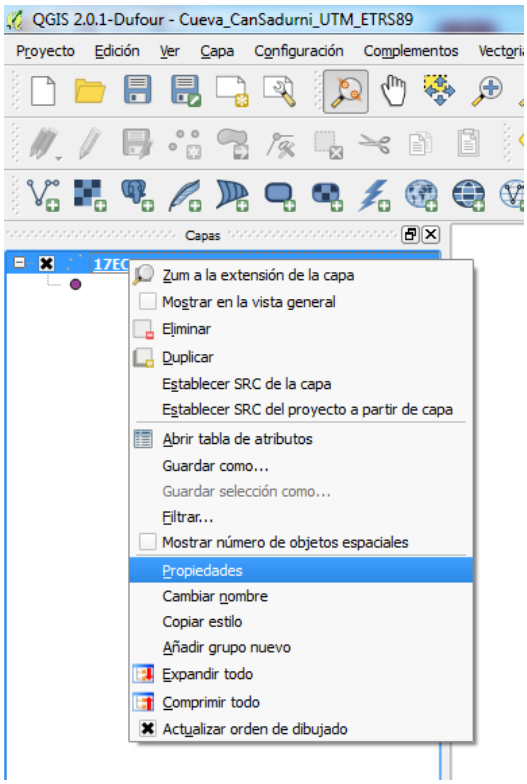


Fig.20 Seleccionar propiedades de la capa

Nos aparecerá la ventana de Propiedades de la capa, se deberá clicar en el apartado de “Estilo” donde se mostrará en la parte derecha en menú de Estilo.

Se tendrá que cambiar el “Tipo de capa del símbolo”, de “Marcador sencillo” a “Marcador SVG”, como se ve en la figura 21.

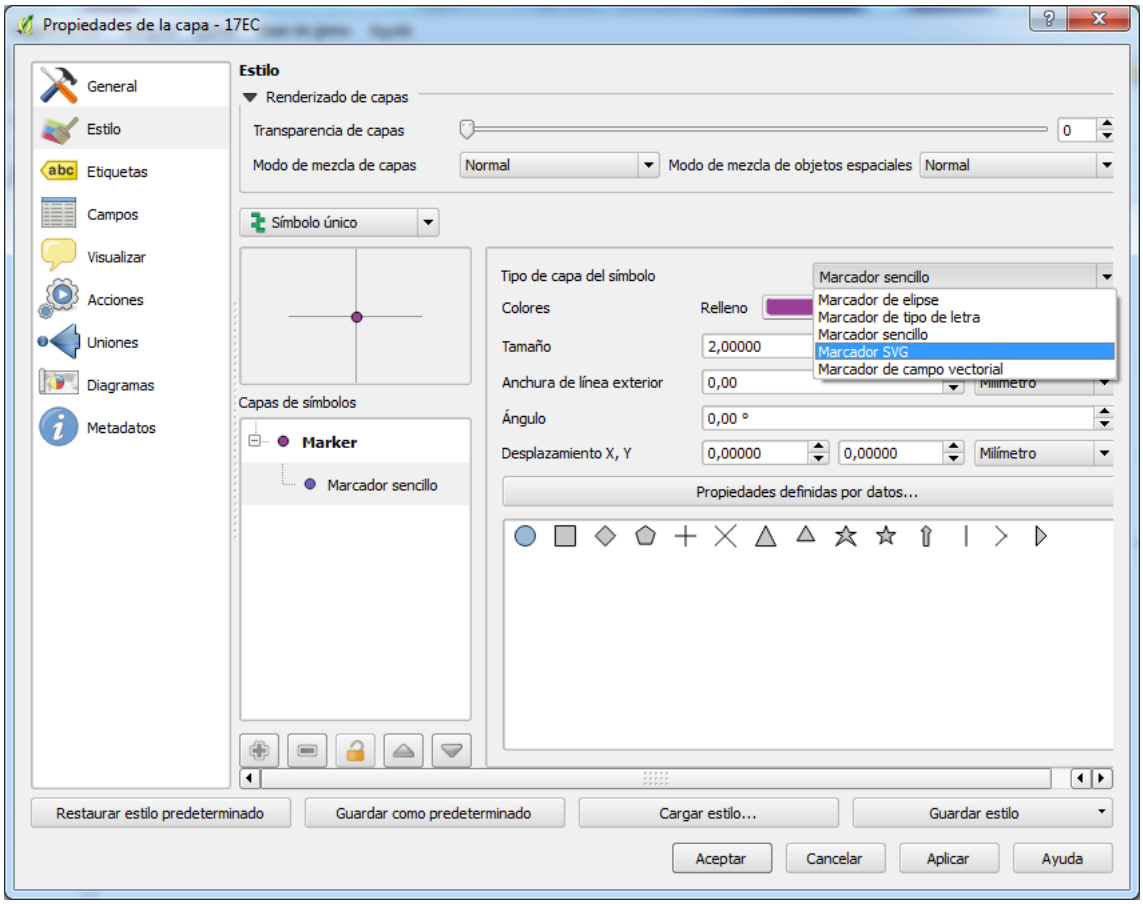


Fig.21 Propiedades de la capa. Estilo

QGIS permite introducir “Marcador Sencillo”, que son círculos, cuadrados, triángulos, etc., “Marcador de elipse”, Marcador de tipo de letra”, Marcador de campo vectorial” y “Marcador SVG”, que es el que se ha utilizado.

Para poder escoger los iconos creados, se accederá a la carpeta “proyecto” que se ha creado dentro de la aplicación, como se aprecia en la figura 22.

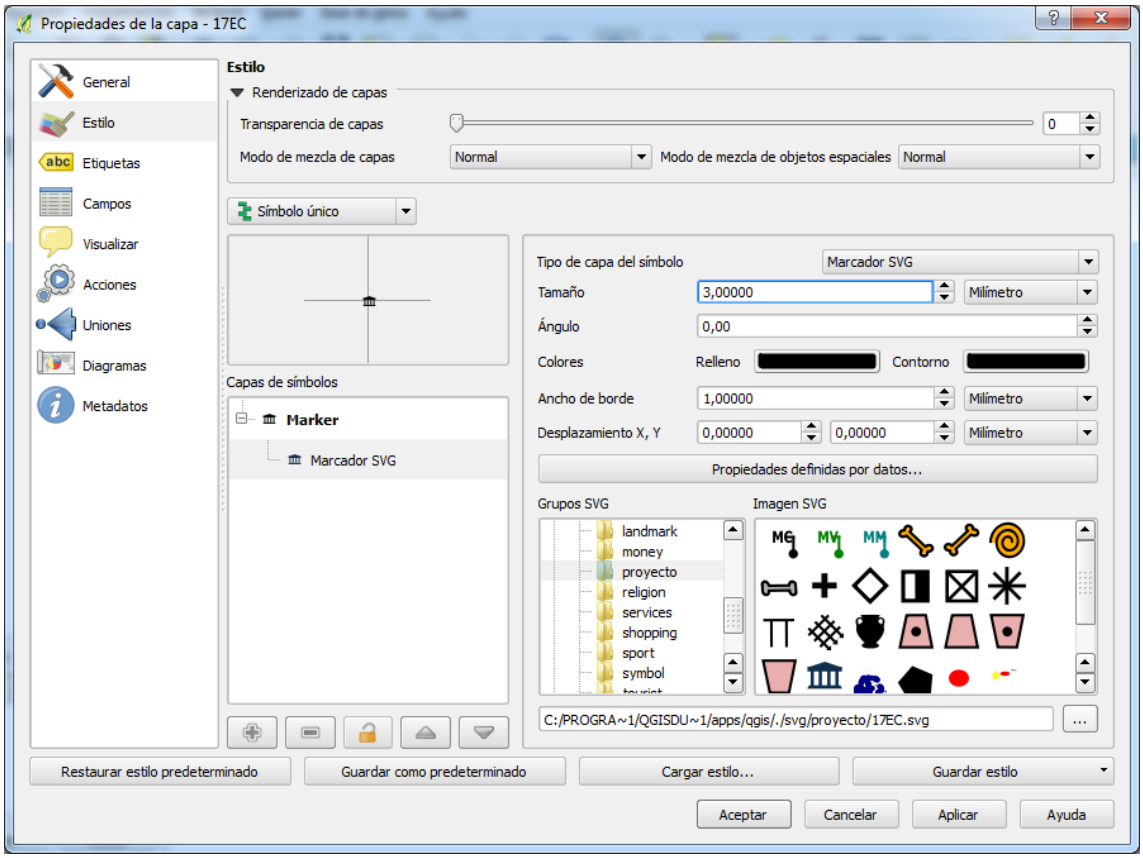


Fig.22 Ubicación iconos creados

Se han modificados los tamaños de los iconos para homogeneizar la visualización conjunta de todos ellos.

Solo quedará clicar el botón de aceptar para poder verlo en la interface gráfica de QGIS.

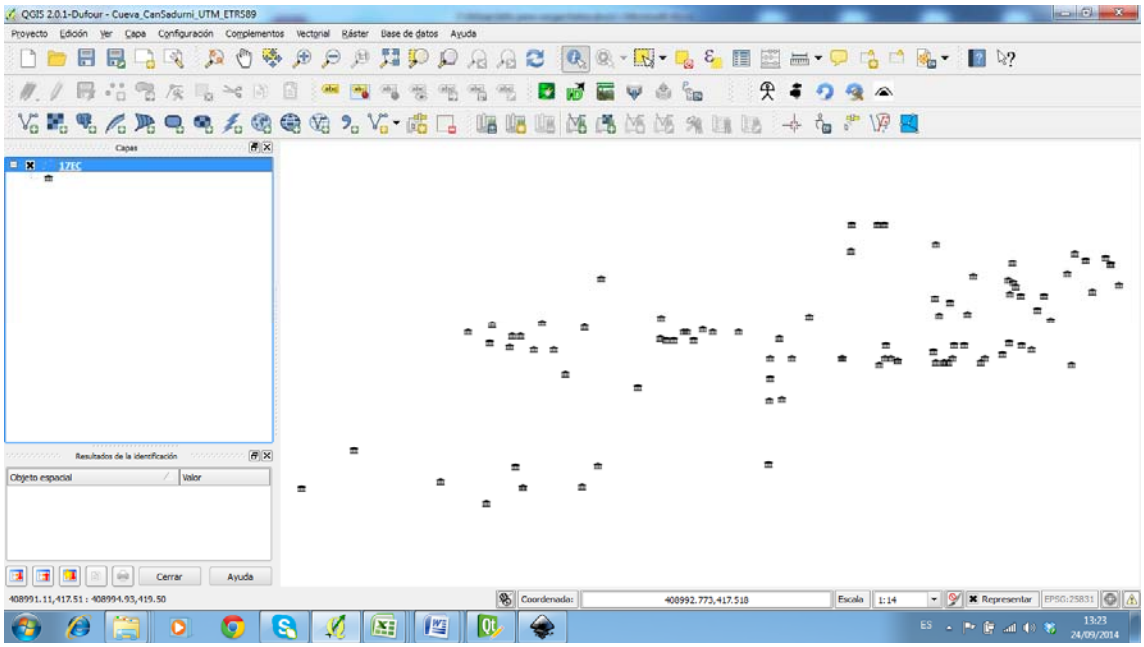


Fig.23 Icono svg asignado a la capa

3.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SIG

Una vez descrita la parte de las bases de datos, se explicará el diseño del SIG, tanto en lo que se refiere a la pantalla de presentación como a las diferentes herramientas que se han creado.

Para implementar el SIG se ha utilizado QGIS (versión 2.0.1 Dufour) y un conjunto de complementos o plugins, programados en Python. En QGIS se pueden utilizar complementos ya creados por otros usuarios o crear nuevos.

En un principio se explicará la pantalla principal de QGIS, y las capas que se han cargado tanto raster como vectorial, para continuar con los complementos creados por nosotros, situados en la barra de herramientas.

DISEÑO DE LA PANTALLA

A continuación se explican los diferentes elementos que componen la pantalla que aparece al abrir la aplicación.

En la parte superior se encuentra la “Barra de Menús” que es fija y viene predefinida cuando se instala la aplicación, desde ella se puede acceder a todas las funciones que hay en QGIS.

La Barra de Herramientas, a diferencia de la de Menús, sí que es configurable y se pueden escoger las que se necesiten, clicando el botón derecho sobre la propia barra, nos aparecerá un desplegable para seleccionar las barras que se deseen.

En la parte izquierda de la pantalla, se encuentran las capas que se han cargado previamente y la opción de “Capturar Coordenadas” que se ha activado para poder seleccionar un elemento y muestre las coordenadas.

En la figura 24 se puede ver la pantalla:

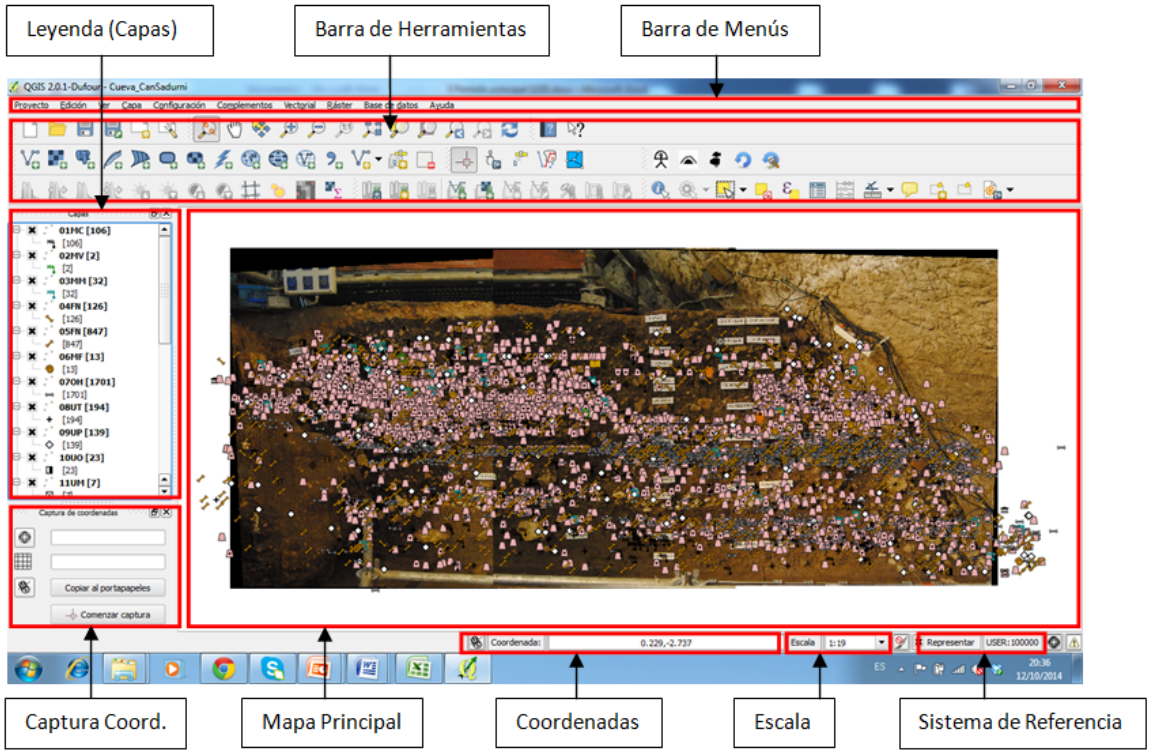


Fig.24 Pantalla de Presentación

CONTROL DE CAPAS

Las capas serán todas las “clases” que hay en la base de datos que facilitaron los arqueólogos. Los elementos serán puntos. Si se tuviera la información en formato shape, se cargaría desde la opción “añadir capa vectorial”, pero en nuestro caso, se ha partido de archivos csv.

Para cargar una capa se despliega la pestaña “Capa” de la barra de menús, y se selecciona la opción “abrir capa de texto delimitado” como se observa en la figura 25

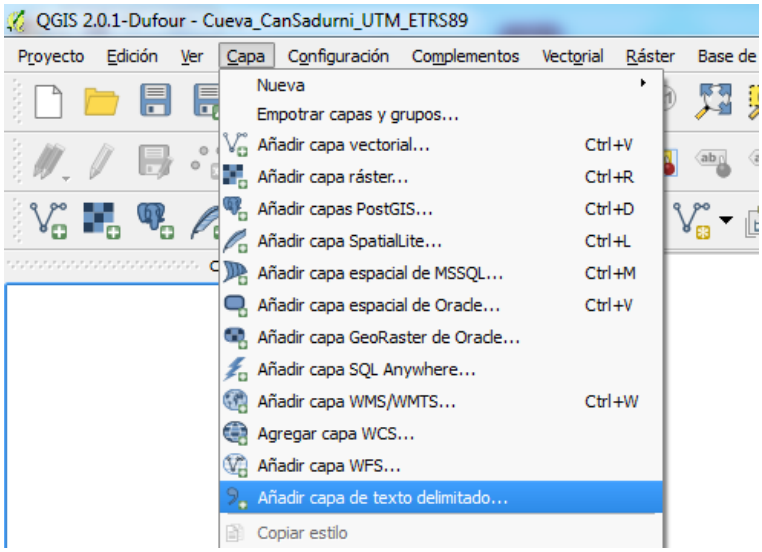
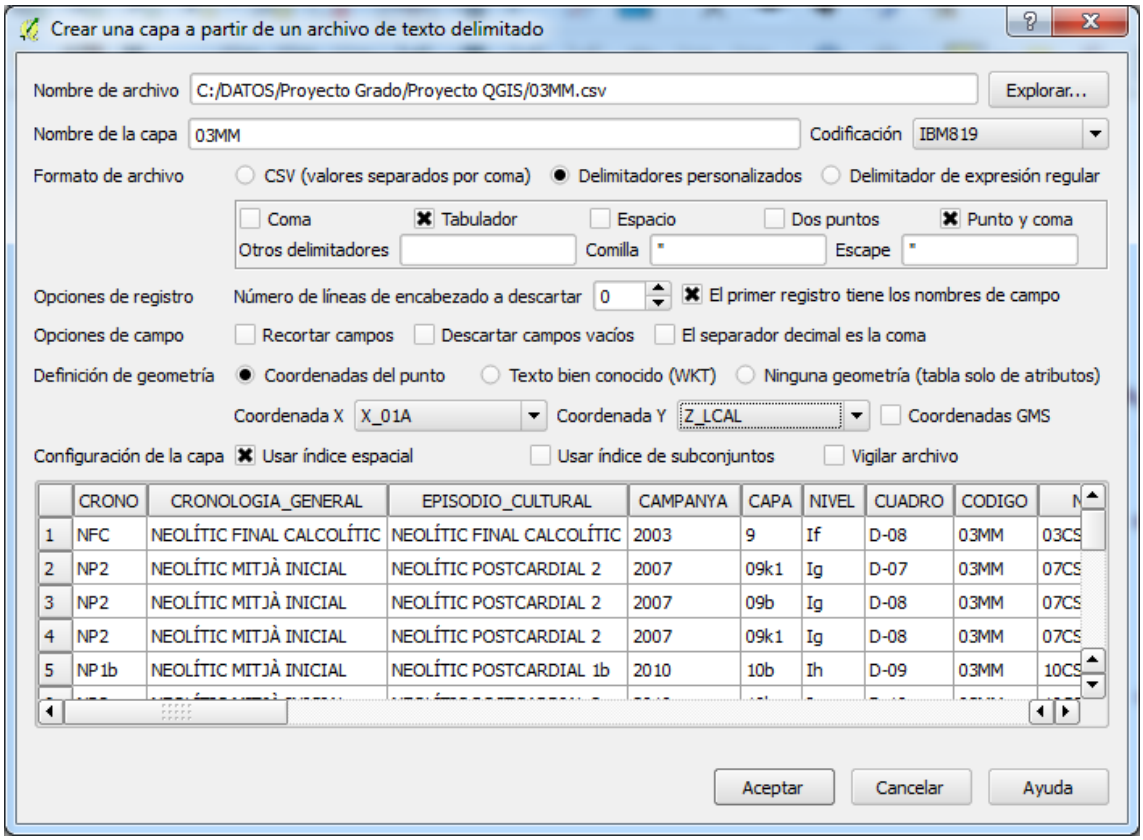


Fig.25 Carga de Capas

Aparecerá una ventana (figura 26) desde donde se escogerá el archivo csv, la codificación del tipo de texto (para que se carguen correctamente los acentos), el tipo de separación entre los campos del csv y por último, la coordenada x e y (en nuestro caso son X_01A y Z_01A) para poder representar la sección transversal en verdadera magnitud.



	CRONO	CRONOLOGIA_GENERAL	EPISODIO_CULTURAL	CAMPANYA	CAPA	NIVEL	CUADRO	CODIGO	N
1	NFC	NEOLÍTIC FINAL CALCOLÍTIC	NEOLÍTIC FINAL CALCOLÍTIC	2003	9	If	D-08	03MM	03CS
2	NP2	NEOLÍTIC MITJÀ INICIAL	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	2007	09k1	Ig	D-07	03MM	07CS
3	NP2	NEOLÍTIC MITJÀ INICIAL	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	2007	09b	Ig	D-08	03MM	07CS
4	NP2	NEOLÍTIC MITJÀ INICIAL	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	2007	09k1	Ig	D-08	03MM	07CS
5	NP1b	NEOLÍTIC MITJÀ INICIAL	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1b	2010	10b	Ih	D-09	03MM	10CS

Fig.26 Carga de Capas.Formatos

Después de escoger los diferentes parámetros de la carga, clicar sobre el botón Aceptar. Ahora se deberá escoger el sistema de coordenadas en el que se quiere hacer la carga (figura 27). En nuestro caso, se escogerá “Can Sadurní” que es el sistema local creado para el proyecto.

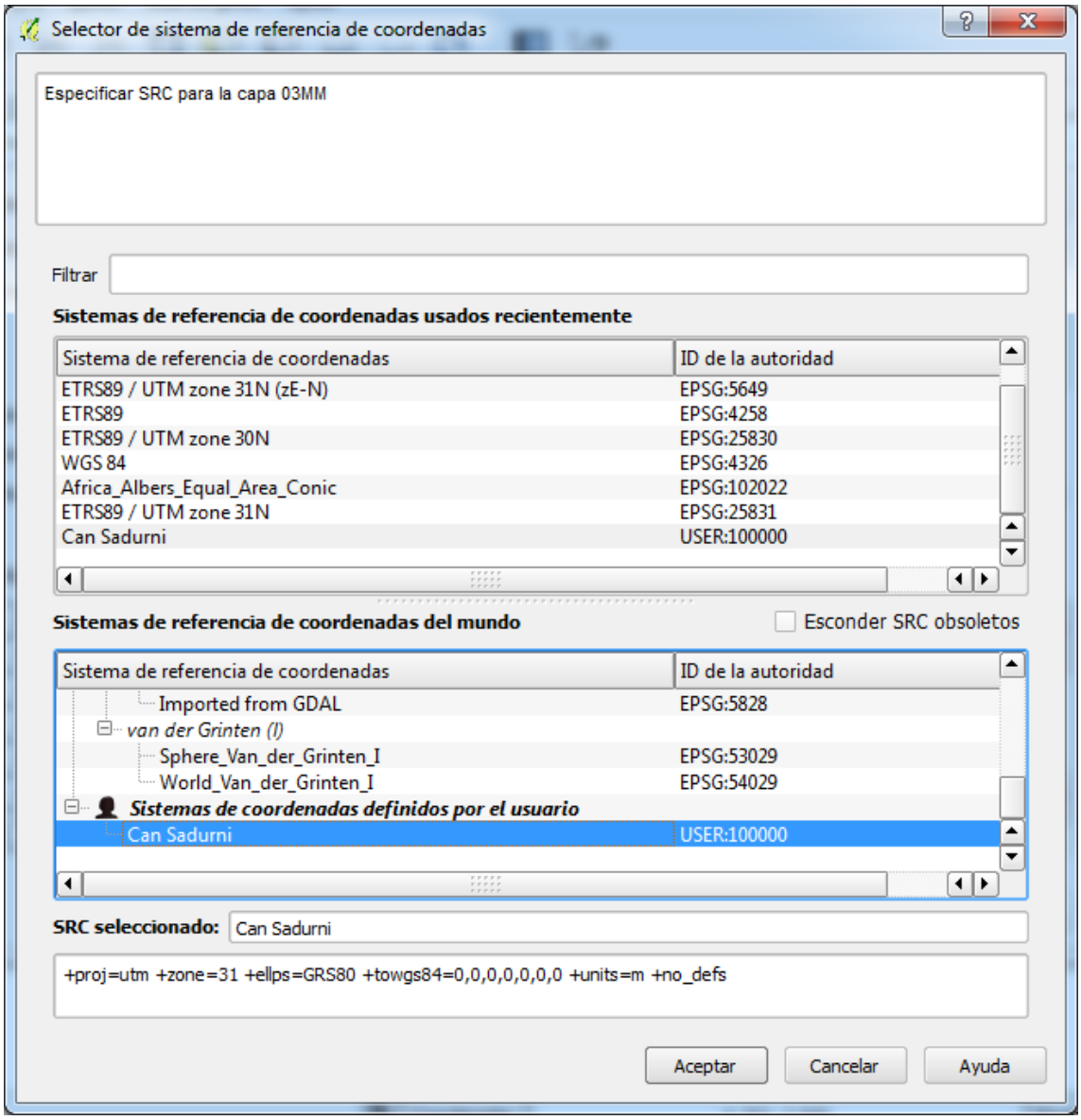


Fig.27 Selección Sistema de Coordenadas "Can Sadurni"

Por último, clicar sobre el botón "Aceptar" y aparecerá la capa cargada. Ahora las distancias entre los puntos es la distancia real, ya que no se ha aplicado ningún factor de escala.

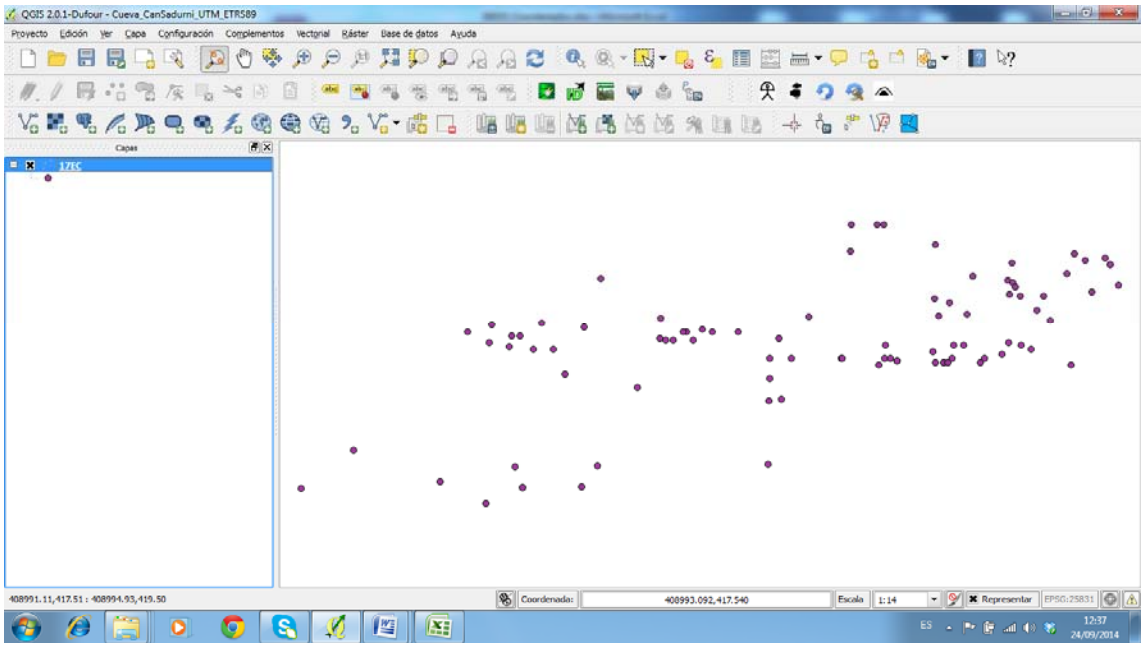


Fig.28 Capa cargada en QGIS

OBTENCIÓN DE IMÁGENES RECTIFICADAS

Como fondo de pantalla se ha decidido cargar unas imágenes rectificadas que coincidan con la ubicación de las capas que se van cargando y poder situar los elementos sobre una estratigrafía.

Para facilitar el trabajo a los arqueólogos, se ha decidido trabajar con el sistema de coordenadas B (Cuadrícula General) que representa la estratigrafía en verdadera magnitud.

Una vez se tienen las fotografías a rectificar, el siguiente paso es tomar coordenadas de varios puntos de la sección que se puedan identificar en la imagen. En nuestro caso se tomaron 50 puntos, con la idea de escoger entorno a 10-15 por fotografía.

La fotografía antes de la rectificación, se puede ver en la figura 29.

Fig.29 Imagen sin rectificar

Para rectificar las imágenes se ha utilizado una aplicación llamada “RDF”.

Esta aplicación permitirá, a partir de dos tablas, una con coordenadas objeto y otra con coordenadas imagen, obtener una imagen rectificada.

El programa necesita ir definiendo las coordenadas objeto en la imagen y marcar el contorno de la fotografía que se va a rectificar.

Por último, se define el tamaño del pixel y se rectifica. La imagen obtenida es la de la figura 30. Todo el proceso queda descrito en el Anexo 2.

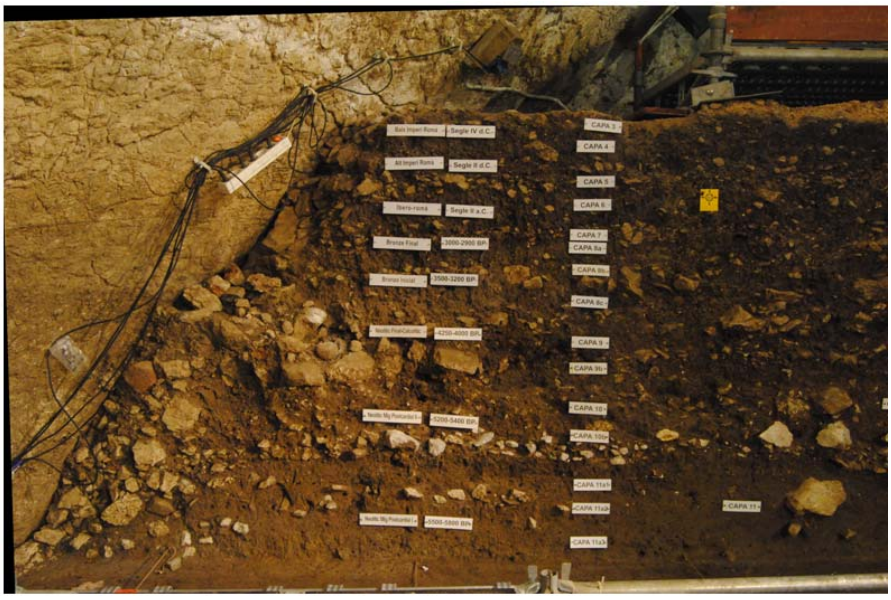


Fig.30 Imagen Rectificada

La imagen rectificada va acompañada de un archivo con el mismo nombre que la imagen y extensión bmpw, que incluye las características de la transformación.

Para poder situar las imágenes en QGIS, y debido al sistema de coordenadas del que se parte (sistema local) y al que se quiere llegar (sistema cuadricula), se tendrán que voltear las fotos (figura 31).

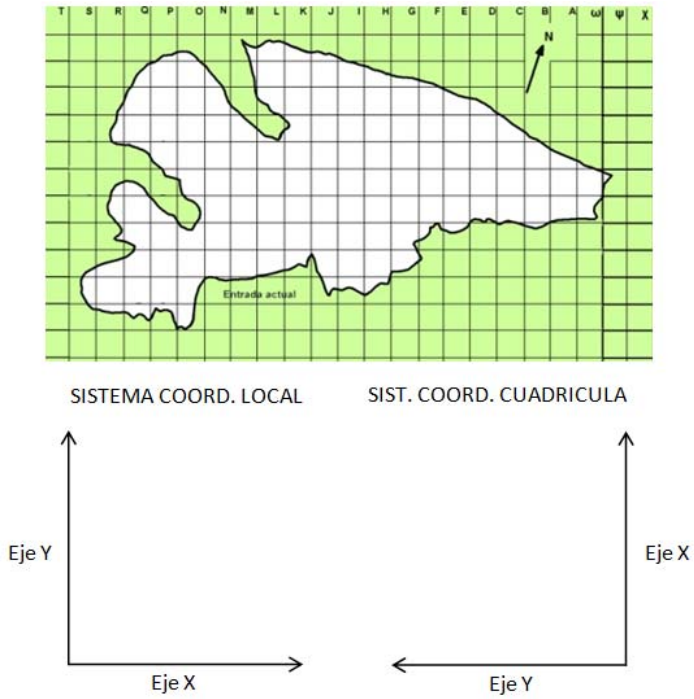


Fig.31 Cambio de Coordenadas Imagen

A parte, se aplica un desplazamiento, ya que al voltear la imagen, la coordenada superior izquierda pasa a situarse en la esquina superior derecha y se deberá desplazar tanto como mide la imagen para volver a colocarla en su sitio. Estos cambios se introducen en el archivo bmpw restándoselo a la coordenada x.

El resultado en QGIS es el siguiente (figura 32).

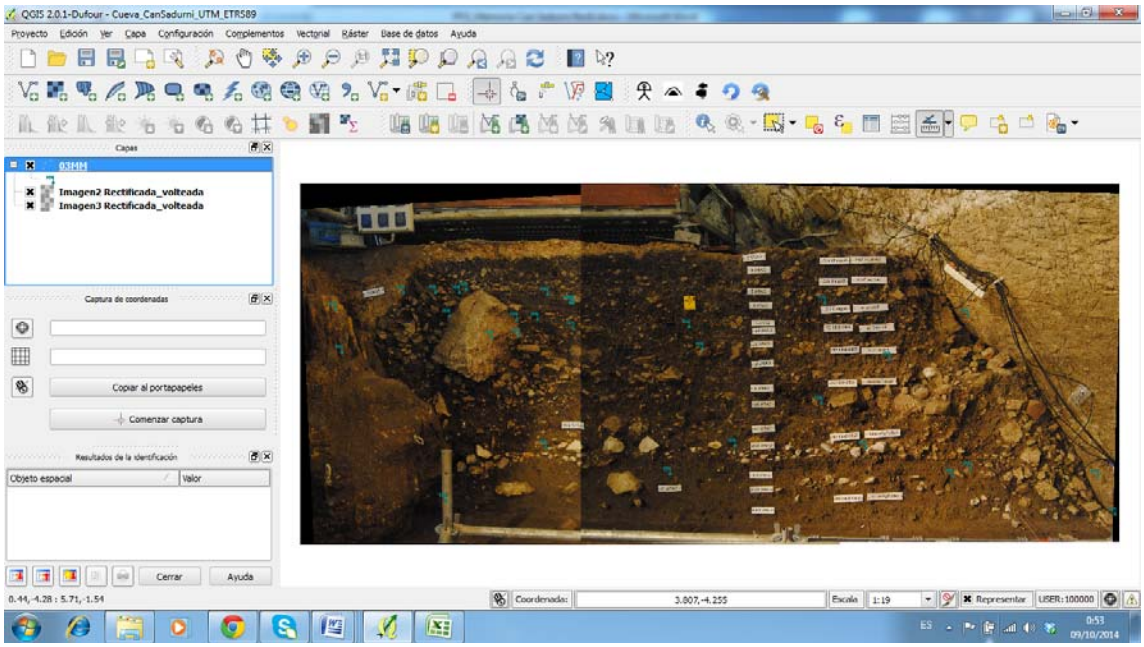


Fig.32 Imágenes rectificadas en QGIS

COMPLEMENTOS O PLUGINS DE BÚSQUEDA

Una vez se han cargado las capas, el siguiente paso es crear las aplicaciones de consulta, en este caso, programadas en Python, que es el lenguaje de programación de QGIS. Para acceder, ir a la pestaña de “Complementos” en la barra de menús, y seleccionar “Administrar e instalar complementos…”, como se muestra en la figura 33.

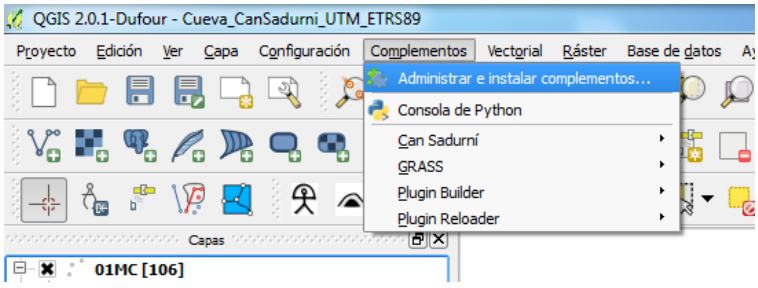


Fig.33 Complementos de QGIS

El primer plugin que se ha instalado es el “Plugin Builder” que ayuda en la creación de los nuevos plugins de consulta, creando la estructura base del archivo.

Al ejecutar el plugin aparece una ventana (figura 34), donde se deberán rellenar 8 campos obligatorios y 4 opcionales.

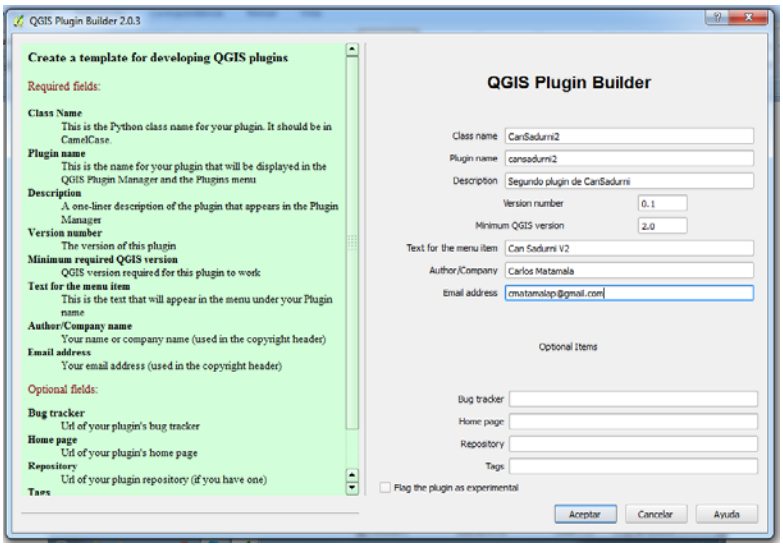


Fig.34 QGIS Plugin Builder

Una vez se han cumplimentado los campos necesarios, aparece una pantalla (figura 35) que nos informa de donde se han creado los archivos y cuáles son los siguientes pasos a realizar.

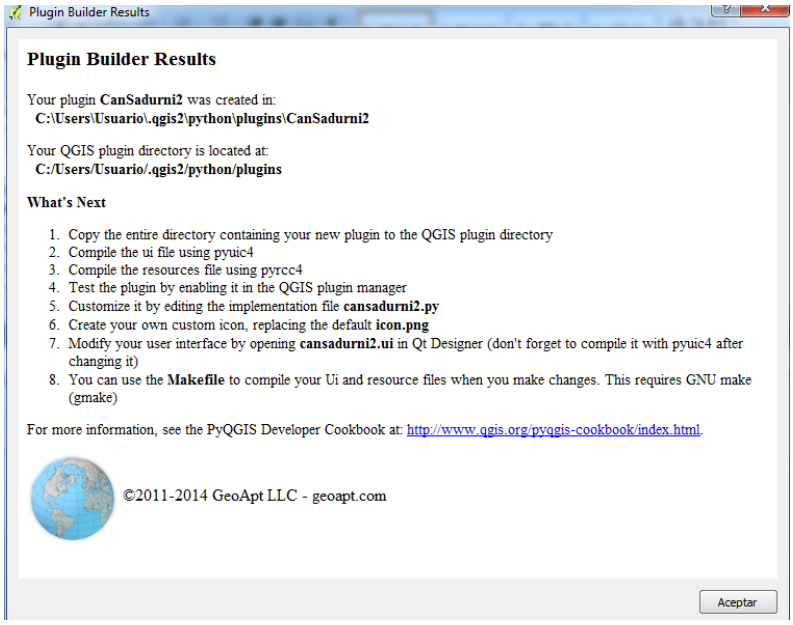


Fig.35 Resumen Plugin Builder

Con la estructura del archivo creada, lo que falta es crear el formulario que aparece cuando se clica sobre cualquiera de botones de consulta que se han creado.

Los formularios se han creado con la aplicación **“Qt Designer”**, que permite crear listas, etiquetas y botones, para luego poder llamarlos desde la aplicación, como se puede ver en la figura 36. El archivo resultante siempre será **ui_cansadurni.ui**.

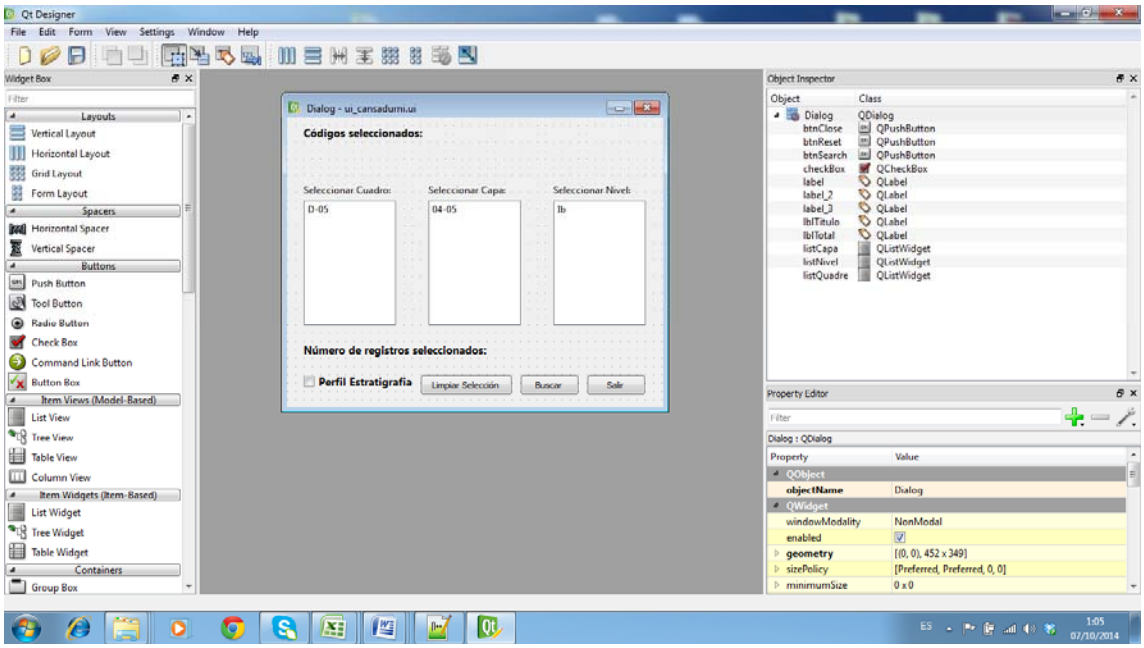


Fig.36 Pantalla Qt Designer

Se han creado 2 plugins “Can Sadurní 1-Ubicación” y Can Sadurní 2-Tiempo”.

En “Can Sadurní 1-Ubicación” aparecen campos de consulta relacionados con la ubicación de los elementos, como son “Cuadro”, “Capa” y “Nivel”.

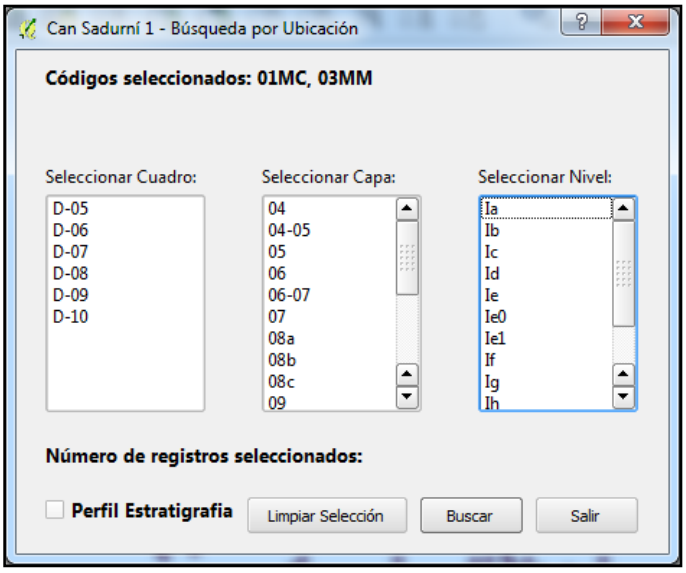


Fig.37 Ventana “Ubicación”

En la parte superior de la ventana, se ven las capas que están seleccionadas y sobre las cuales se hará la consulta. En las tres listas o recuadros se escogerán los filtros que se quieran aplicar a la consulta y por último, se podrá escoger que la consulta la realice o no sobre los 20 cm que los arqueólogos consideran que forman el perfil estratigráfico.

En el apartado “Número de registros seleccionados” se mostrará el resultado de la búsqueda.

En “Can Sadurní 2-Tiempo” aparecen campos de consulta relacionados con la historia de los elementos y son “Tipo de Restos”, “Campaña”, “Cronología General” y “Episodio Cultural”.

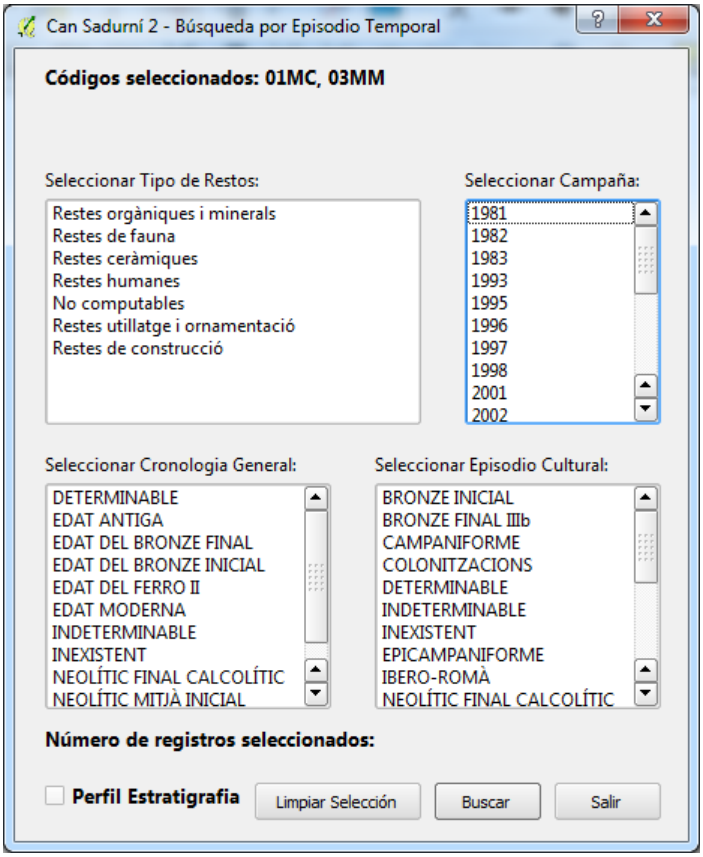


Fig.38 Ventana “Historia”

En esta ventana la funcionalidad de los recuadros es la misma que en Can Sadurní 1.

Los plugins de QGIS, tanto lo ya existente como los nuevos creados se guardan en el directorio: **C:\Users\Usuario\.qgis2\python\plugins.**

Se ha creado una carpeta para cada plugin y la estructura es la siguiente:

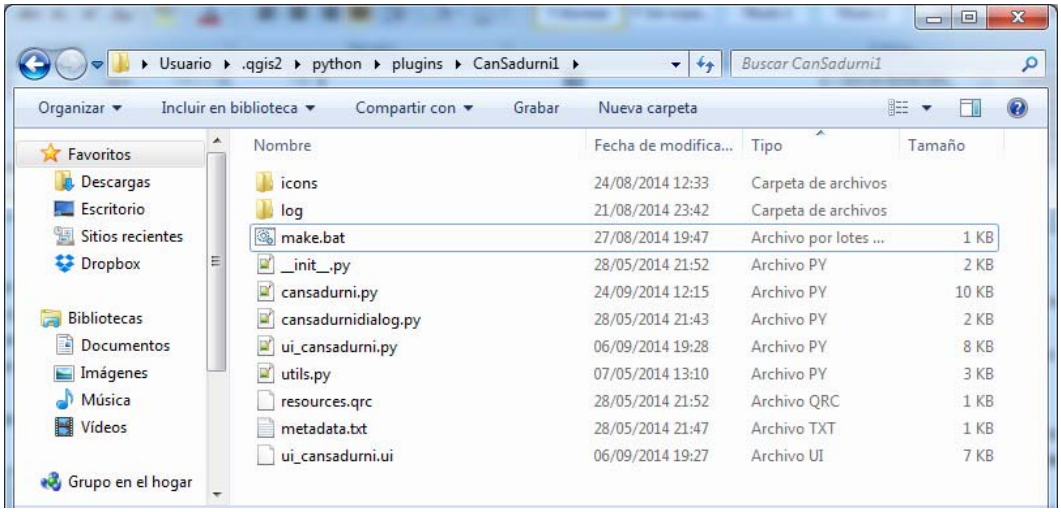


Fig.39 Estructura carpeta Plugin

En la carpeta “Icon” está el icono que aparecerá en la barra de herramientas en QGIS.

El archivo “make.bat”, se ha creado para poder compilar el archivo “ui.cansadurni.ui”, que crea el archivo “ui_cansadurni.py”. Este archivo contiene la estructura de la ventana que se ha creado en Qt Designer.

Los archivos “__init__.py”, “cansadurni.py”, “cansadurnidialog.py”, “resources.qrc” y “metadata.txt”, los ha creado el complemento “Plugin Builder”. El más importante de todos estos es “cansadurni.py” porque es donde se desarrolla la mayor parte del código Python.

El archivo “utils.py” se ha creado para incluir funciones que se llamarán desde cansadurni.py y nos ayuda a tener el código más ordenado.

Ahora se explicarán las partes más importante que se han programado en código Python, en el plugin “Can Sadurní 1-Ubicación”.

Definir los valores que aparecerán en cada lista (cuadro, capa y nivel).

```
lquadre = ["D-05", "D-06", "D-07", "D-08", "D-09", "D-10"]
self.dlg.ui.listQuadre.clear()
self.dlg.ui.listQuadre.addItems(lquadre)
```

```
lcapa = ["04", "04-05", "05", "06", "06-07", "07", "08a", "08b", "08c", "09", "09b",
"09k1", "10", "10a", "10b", "11a1", "11a3"]
self.dlg.ui.listCapa.clear()
self.dlg.ui.listCapa.addItems(lcapa)
lnivel = ["Ia", "Ib", "Ic", "Id", "Ie", "Ie0" ,"Ie1", "If", "Ig","Ih", "IIe", "IIf"]
self.dlg.ui.listNivel.clear()
self.dlg.ui.listNivel.addItems(lnivel)
```

Primero se definen las capas que hay y luego se busca en la leyenda las que están activas para montrarlas en la ventana emergente.

```
layers_msg = ""
self.layers_list = []
layers = self.iface.legendInterface().layers()

list_layers = ["01MC", "02MV", "03MM", "04FN", "05FN", "06MF", "07OH", "08UT",
"09UP", "10UO", "11UM", "12VD", "13OM", "14OC", "15UC",
    "16CMD", "16CML", "16CTD", "16CTL", "17EC"]

for layer in layers:
    layerType = layer.type()
    if layerType == QgsMapLayer.VectorLayer:
        visible = self.iface.legendInterface().isLayerVisible(layer)
        if visible and layer.name() in list_layers:
            layers_msg+= layer.name() + ", "
            self.layers_list.append(layer)
```

Se define el nombre del campo donde buscar el valor seleccionado en cada lista.

```
sel = self.dlg.ui.listQuadre.selectedItems()
if sel:
    expQuadre = "CUADRO IN ("
    for item in sel:
        expQuadre+= "'"+item.text()+"', "
    expQuadre = expQuadre[:-2]+") "
sel = self.dlg.ui.listCapa.selectedItems()
if sel:
    expCapa = "CAPA IN ("
    for item in sel:
```

```
            expCapa+= "'"+item.text()+"', "
        expCapa = expCapa[:-2]+") "
    sel = self.dlg.ui.listNivel.selectedItems()
    if sel:
        expNivel = "NIVEL IN ("
        for item in sel:
            expNivel+= "'"+item.text()+"', "
        expNivel = expNivel[:-2]+") "
```

Busca si el CheckBox del Perfil Estratigráfico esta activo o no, y dependiendo de una cosa u otra aplica el condicional de los 20 cm.

```
    isChecked = self.dlg.ui.checkBox.isChecked()
    if (isChecked):
        expPerfil = "(Y_01A <= 0.1 AND Y_01A >= -0.1)"
    if (expTotal != "" and expPerfil != ""):
        expTotal+= "AND "
    expTotal+= expPerfil
```

La función que se ejecuta cuando se selecciona el botón “Limpiar Selección”.

```
def reset(self):
    # Limpiar la selección de las listas
    self.dlg.ui.listQuadre.clearSelection()
    self.dlg.ui.listCapa.clearSelection()
    self.dlg.ui.listNivel.clearSelection()
    # Borra los objetos seleccionados en la intefaz gráfica
    for layer in self.layers_list:
        layer.removeSelection()
    logger.info( u"Número de registros seleccionados: 0")
    self.dlg.ui.lblTotal.setText( u"Número de registros seleccionados: 0")
```

EXPORTAR UNA BÚSQUEDA

Para facilitar el trabajo a los arqueólogos, QGIS dispone de una opción que consiste en exportar la selección obtenida de una búsqueda.

Por ejemplo, si se realiza la búsqueda con la herramienta “Can Sadurní 1–Ubicación” de las capas 01MC, 02MV y 03MM:

- Cuadro: D-05, D-06 y D-07
- Capa: 08a, 08b y 08c
- Nivel: Ia, Ib, Ic, Id y Ie

Se obtienen 25 objetos, que aparecen marcados en amarillo en la pantalla (ver figura 40).

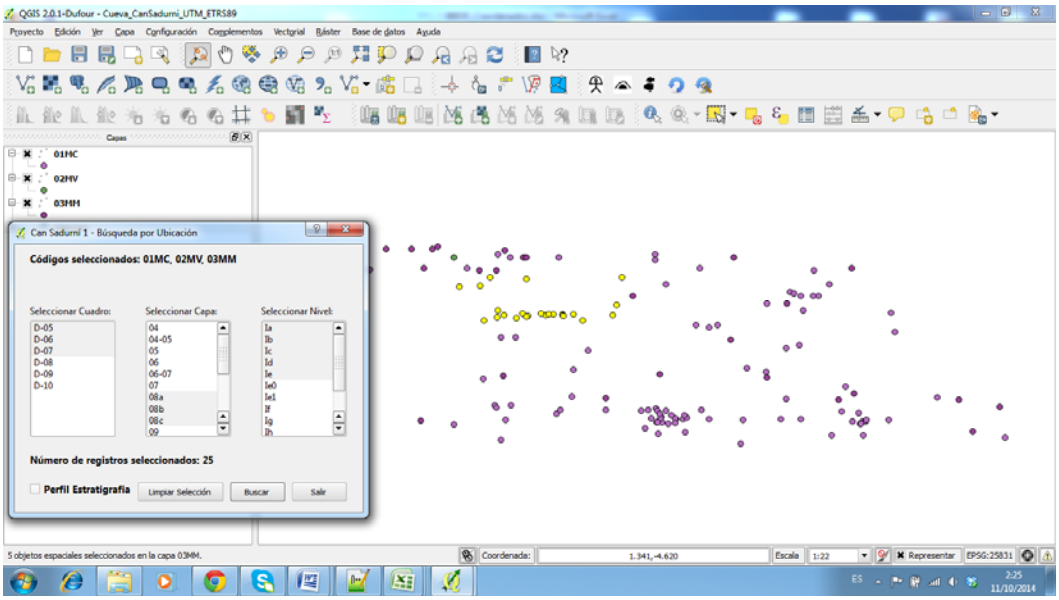


Fig.40 Búsqueda con Can Sadurní 1-Ubicación

Una vez se tiene la selección, en la barra de menús, se selecciona la opción “Guardar selección como archivo vectorial” y aparecerá la ventana que se muestra en la figura 41.

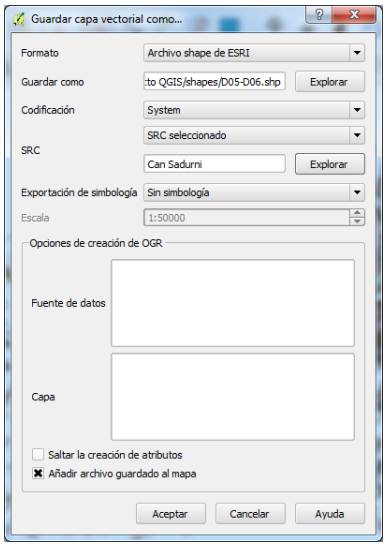


Fig.41 Guardar capa vectorial

En esta ventana se debe escoger el “formato” entre los que destacan shape, autocad dxf, microstation dgn o kml. Después se escoge la dirección donde guardar el archivo y por último el SRC, en nuestro caso, Can Sadurní. También se puede escoger que la selección se cargue en la leyenda como una sola capa.

La nueva capa que se obtiene se puede ver en la leyenda de la figura 42.

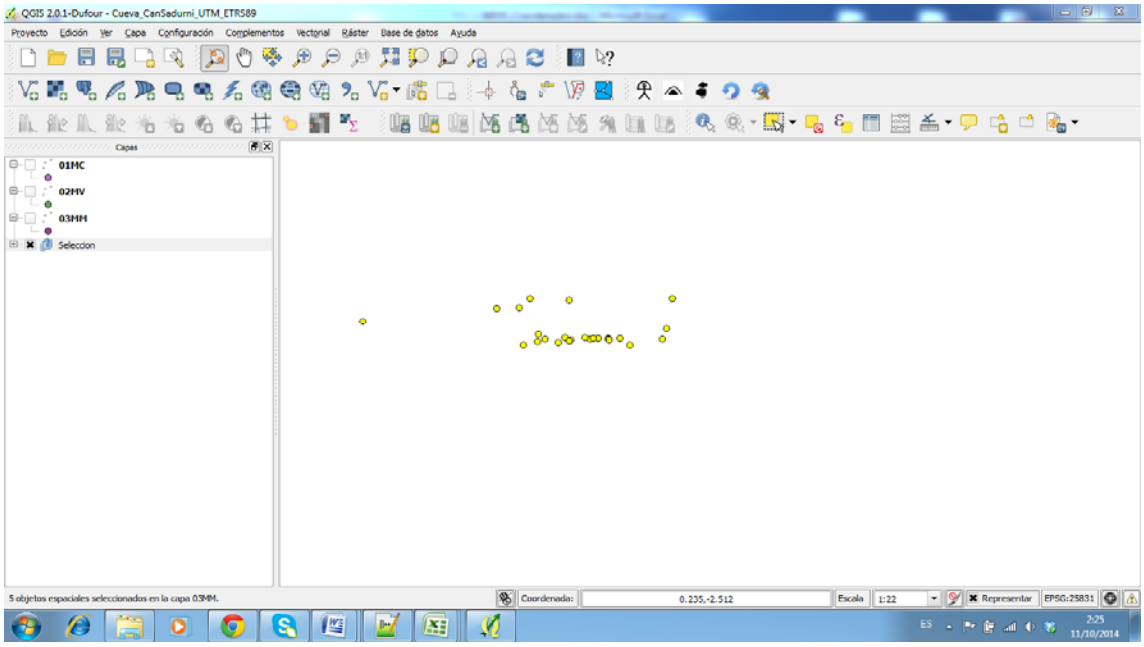


Fig.42 Selección convertida en capa

COMPLEMENTO O PLUGIN DE CONSULTA

Para poder ver la información que nos interesa de cada elemento que aparece en la interfaz gráfica y una foto del mismo, se ha utilizado el icono de “Identificación de objetos espaciales” que ya viene en QGIS.

Por un lado, se deberá definir que se abra un formulario de objetos espaciales, cuando se identifica un objeto, para ello se selecciona en “Configuración” en la barra de Menús y se clica en “Opciones…”.

Se abre la ventana, y se activa la opción comentada en “Herramientas de mapa” como se ve en la figura 43.

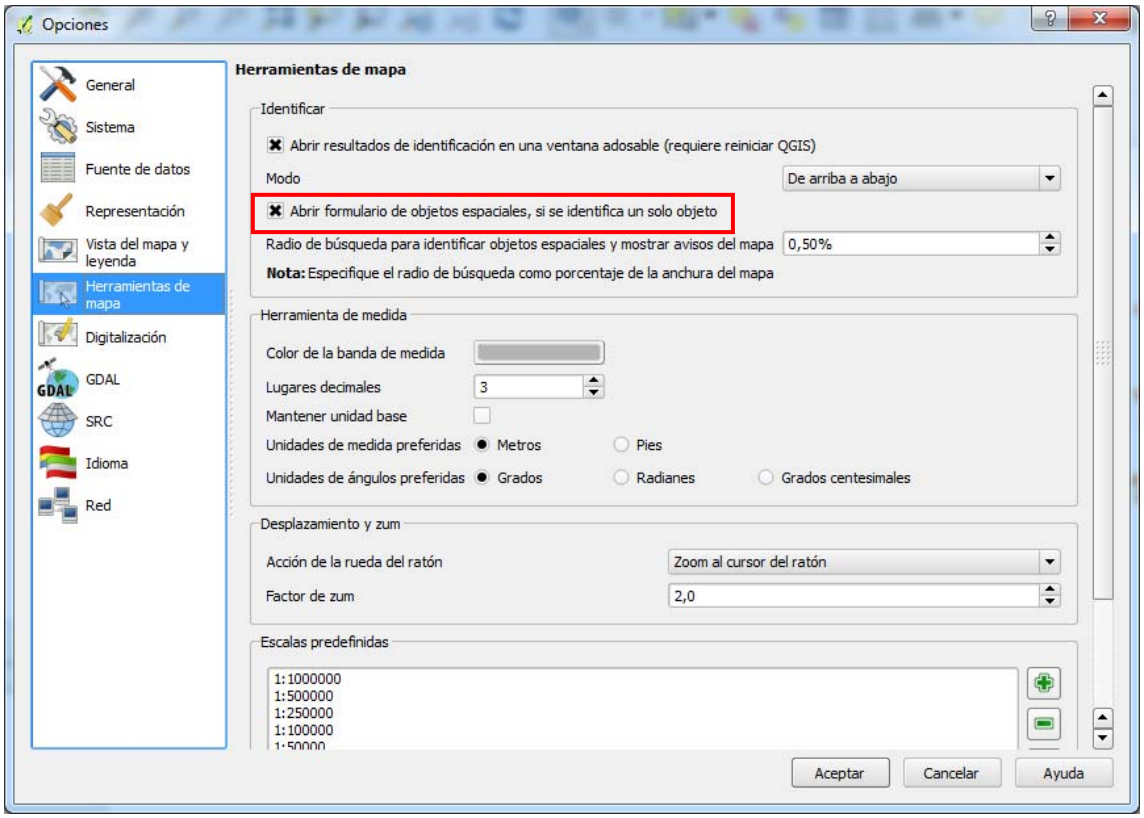


Fig.43 Ventana Opciones

Por otro lado, en las “Propiedades” de la capa, y dentro del apartado “Campos” se cumplimentan 3 casillas, que se marcan en la figura 44.

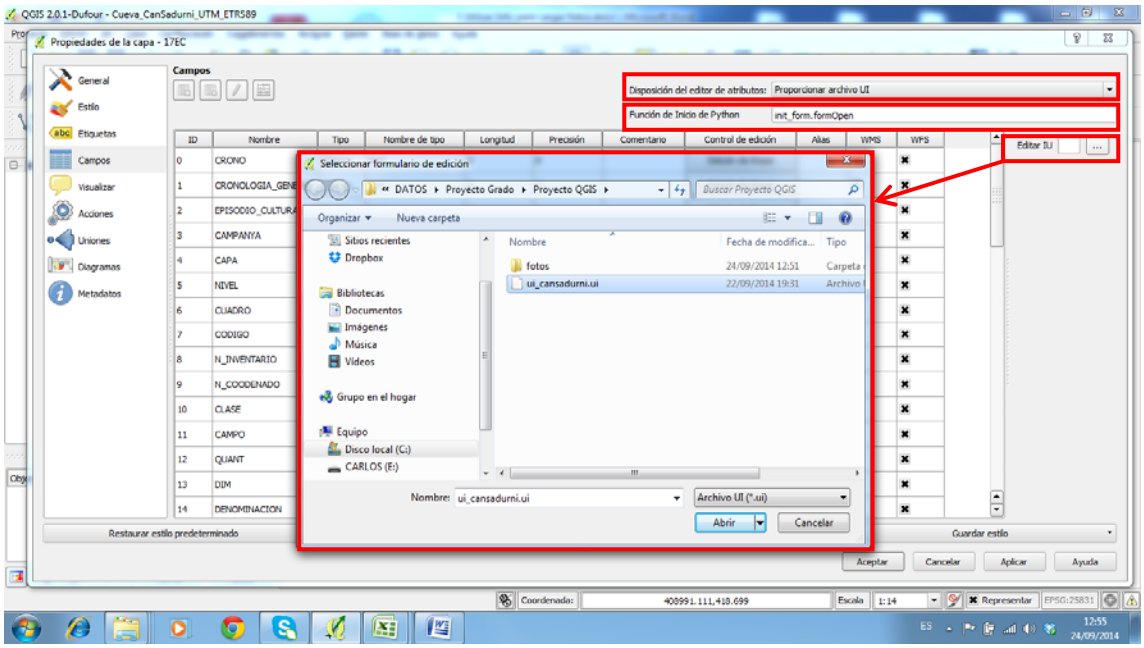


Fig.44 Asignar archivo ui

En la primera casilla se define que se cargará un archivo con extensión ui, que son el mismo tipo, que los que se han definido con Qt Designer en los plugins de búsqueda.

En la segunda casilla se introduce el archivo y función que llama para saber dónde ir a buscar las fotos, en nuestro caso, **init_form.formOpen.**

En la tercera y última casilla, se selecciona el archivo ui_cansadurni.ui.

Se ha creado una base de datos de unas 200 fotografías que han facilitado los arqueólogos.

El campo clave que se utilizará para llamar a las imágenes es el Número de Inventario, por lo que todas las imágenes se llamarán N_INVENTARIO.png

En esta herramienta, se ha creado un archivo llamado init.form.py, que contiene el código Python. Este código hace que el plugin vaya a la carpeta que contiene todas las fotografías y busque si coincide el nombre de alguna con los almacenados en el campo N_INVENTARIO. Si existe coincidencia, muestra la fotografía, si no, muestra un texto en la parte del central del recuadro que dice “No hay foto”.

En la figura 45, se puede ver una ficha de materiales, de un objeto que si tiene fotografía asociada.

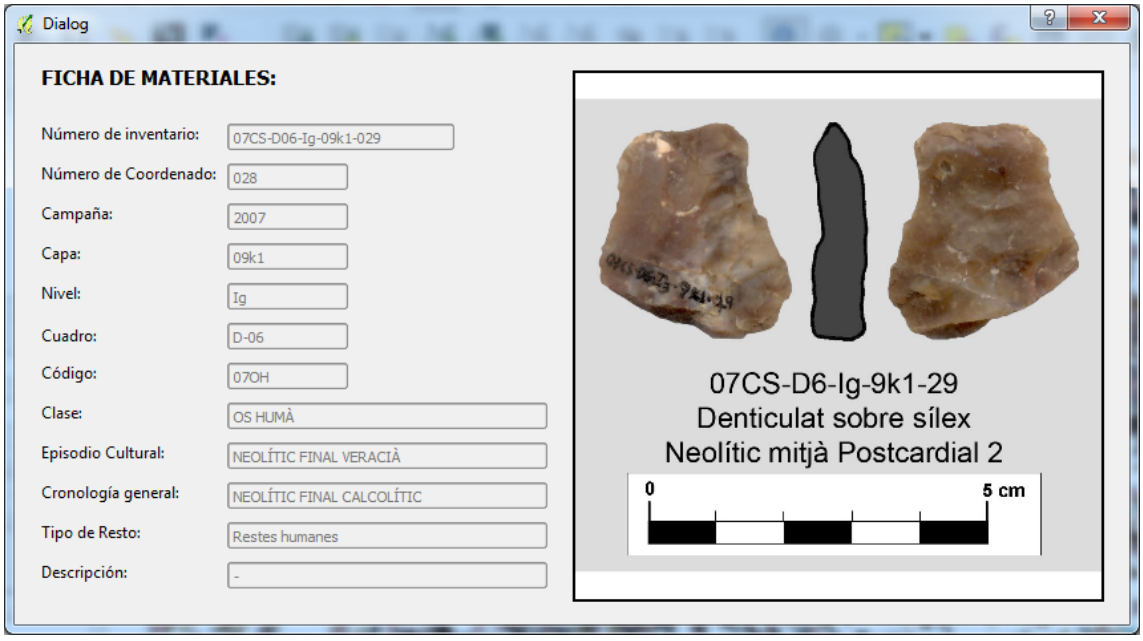


Fig.45 Ficha de Materiales

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez ejecutada la aplicación, se puede concluir que funciona correctamente, tal y como se pretendía en un principio.

El diseño final de la pantalla principal muestra una aplicación amigable y fácil de utilizar y ayuda a cualquier tipo de usuario, aun sin grandes conocimientos informáticos a poderse mover por ella.

Respecto a las herramientas creadas, cabe destacar la rapidez para realizar las búsquedas. Es capaz de analizar más de 20.000 datos en menos de 5 segundos y mostrar el resultado en la interfaz gráfica.

Un factor muy importante es la posibilidad de poder guardar el resultado de la búsqueda realizada con las herramientas de consulta, en varios formatos, entre los que destacaría shape, autocad dxf, microstation dgn o kml. A la vez, se puede guardar como una capa más en la leyenda y tenerla disponible siempre que se necesite.

Por último, remarcar que este proyecto engloba los datos de los objetos encontrados en la línea D de la excavación, por lo que nos encontramos ante un proyecto con un recorrido muy amplio en un futuro, que permitiese aglutinar toda la información del resto de filas para poder disponer de todos los perfiles estratigráficos del yacimiento.

Otro aspecto donde se podría ampliar el proyecto seria en disponer de todas las fotografías de los elementos coordenados para poder visualizarlas con la herramienta de consulta.

5. CONCLUSIONES

Este proyecto es el resultado de compilar toda la información relacionada con los objetos encontrados en el yacimiento de Can Sadurní, mediante una aplicación que interactúe con los arqueólogos, resolviendo sus dudas.

Uno de los retos que ofrecía este proyecto, era aprender a programar en uno de los lenguajes más comunes en SIG, hoy en día, como es Python, el cual se ha superado después de un largo proceso de aprendizaje.

Por lo que se refiere a la programación, se concluye que Python es una herramienta potente y fácil de utilizar por un usuario inexperto, una vez adquiridos unos conocimientos básicos. Por el contrario, crea problemas a la hora de compilar dependiendo de las versiones instaladas de Python y Qt Designer.

Este proyecto ha permitido trabajar con diversos programas poco utilizados como autocad o QGIS y otros totalmente desconocidos como Python, Qt Designer, RDF o Inkscape, ampliando los conocimientos en diversas materias.

Después de realizar el proyecto se puede asegurar que QGIS es una herramienta, muy útil, que facilita la creación de plugins y ofrecen infinidad de posibilidades para realizar un SIG.

Otra conclusión, sería que esta herramienta permite gestionar y almacenar de forma eficiente la información, ya que las bases de datos hasta ahora disponibles por los arqueólogos tenían varias deficiencias. Esto implica que para trabajar con ellas es necesario un gran trabajo de depuración al inicio del proyecto.

Se considera que los objetivos han sido cumplidos sobrepasando las expectativas iniciales, ya que se han creado más herramientas de las pensadas en un principio y se puede concluir que la implantación de un sistema de información geográfico en el yacimiento de la cueva de Can Sadurní es la mejor opción para acceder, consultar y trabajar con los datos de todos los objetos encontrados.

6. BIBLIOGRAFIA

Athan, T. (2011). Manual de Usuario "Quantum GIS" versión 1.6.0. Registro de Información Catastral de Guatemala.

Baena, J., Blasco, C., Quesada, F. (1999). Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología. Editorial UAM.

Buill, F., Núñez, M. A., Rodriguez, J. J. (2003). Fotogrametría analítica. Ediciones UPC.

Edo, M., Antolin, F., Barrio, C., Martínez, P., Fierro, E. La cova de Can Sadurní, guió sintètic de la prehistòria recent de Garraf. Departament de Prehistòria i Història Antiga. Universitat de Barcelona. CIPAG.

Guimet Pereña, J. (1992). Introducción Conceptual a los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) Editorial Estudio Gráfico Madrid.

Novara, M. (2011). Introducción al manejo del Software Libre Quantum GIS (QGIS). Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Moldes Teo, F.J. (1995). Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Editorial RA-MA.

Santiago, I. (2013). Tutorial de Quantum GIS, 1.8. Oficina de Gerencia y Presupuesto.

Páginas web:

Página web oficial de QGIS (Abril 2014): http://www.qgis.org/es/site/
Tutorial de QGIS Dufour en pdf (Mayo 2014):
http://www2.pr.gov/agencias/gis/seccioneducativa/Documents/Tutoriales/Tutorial_QGIS_Dufour.pdf
Página web oficial de Python (Junio 2014): https://www.python.org/
Manual de Python en pdf (Junio 2014):
http://python-no-muerde.googlecode.com/hg/python_no_muerde.pdf
Tutorial de Python en pdf (Junio 2014):
http://docs.python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython3.pdf

Tutorial de Qt Designer (Julio 2014):
http://qt-project.org/doc/qt-4.8/designer-manual.html
Página web oficial de Inkscape (Julio 2014): http://www.inkscape.org/es/
Tutorial de Inkscape en pdf (Julio 2014):
http://www.valo-cd.net/guides/flossmanuals-inkscape.pdf
Aplicación y manual de RDF (Julio 2014):
https://www.docenti.unina.it/supportoAlleLezioni/VisualizzaContenutoCartellePub.do?codInse=00738&percorso=/DISEGNO_DELL_ARCHITETTURA/FOTORADDRIZZAMENTO_RDF&idDocente=524943434152444f464c4f52494f464c525243523630443035493138315 3&cognomeDocente=FLORIO&nomeDocente=RICCARDO

Anexo 1: Traducción al castellano de la tercera lengua (inglés)

RESUMEN

La creación de un Sistema de Información Geográfica del yacimiento arqueológico de Can Sadurní, surgió con la finalidad de poder ofrecer a los arqueólogos del CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) una aplicación informática que les permitiese poder consultar toda la información que se ha ido recopilando durante estos últimos 36 años.

Para ello, se dotó a todos los elementos, hasta la fecha hallados en la línea D de la cueva, de coordenadas cuadrícula y coordenadas UTM 31N (ETRS89) y cota ortométrica, y se utilizó un software libre (QGIS), que no necesita licencia ni software adicional, para poder representarlos sobre una interface gráfica.

El programa ofrece la posibilidad de consultar toda la información, mediante aplicaciones programadas en lenguaje Python, con la opción de seleccionar todos los coordenados sobre la estratigrafía actual y visualizarlos mediante fichas. La aplicación permite exportar en varios formatos toda la información que se obtiene en el SIG.

Como resultado se ha obtenido una aplicación de gran utilidad en la gestión de la información disponible en la excavación.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto desarrolla un Sistema de Información Geográfica para ayudar a los arqueólogos del CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) a consultar de una manera rápida y fácil, toda la información que han ido recogiendo en las diferentes campañas de excavación realizadas en el yacimiento arqueológico de la cueva de Can Sadurní desde 1978.

La aplicación gestionará toda la información, tanto de las estratigrafías como de los materiales que se han encontrado en la cueva.

Para la implementación de esta aplicación se ha decidido emplear software libre, en concreto, y después de valorar diferentes opciones se eligió QGIS. De entre las múltiples razones de esta elección, las más importantes fueron: el ahorro de coste, la facilidad de instalar la aplicación en cualquier ordenador sin licencias, y el poder ofrecer una garantía de continuidad al proyecto mediante un software que no deja de evolucionar y captar más y más usuarios.

El objetivo final es conseguir una aplicación que permita a cualquier arqueólogo o persona relacionada con la arqueología, poder consultar toda la información existente de la cueva de Can Sadurní sin tener que disponer de un software o licencia de pago. Además de permitir una actualización constante de la información disponible.

El proyecto consta de las siguientes partes:

- Creación de la base de datos gráfica, es decir, de la base cartográfica de nuestra aplicación a partir de la información facilitada por los arqueólogos.

- Edición de la Base de Datos Gráfica.

- Compendio de la información necesaria para obtener y configurar la Base de Datos Alfanuméricos de los materiales. Esta información nos la facilitan los arqueólogos y consta de información recabada durante el período 1981-2013.

- Conversión de las coordenadas locales de los diferentes elementos encontrados en la cueva, a coordenadas cuadrícula arqueológica y a

coordenadas UTM 31N (ETRS89) y cota ortométrica, para su georreferenciación.

- Una vez se tiene toda la información almacenada, se cargan el par de coordenadas en QGIS (versión 2.0 Dufour) para obtener un perfil estratigráfico de la cueva.

- En QGIS creación de una barra de herramientas con 3 aplicaciones que facilitan la búsqueda y consulta de cualquier elemento.

Durante el período de realización del proyecto, se han conseguido ubicar 6.233 elementos.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto consiste en dotar a los arqueólogos del CIPAG (Col·lectiu per a la Investigació de la Prehistòria i l'Arqueologia de Garraf-Ordal) de una herramienta que aúne toda la información que se ha recogido en la cueva desde 1978 y les facilite su consulta.

Los objetivos que se establecieron al inicio del proyecto, se exponen a continuación:

- Agrupar y homogeneizar toda la información que los arqueólogos tienen en diferentes formatos (papel, Excel, imágenes, etc.), en una única Base de Datos.

- Crear una herramienta que permita a los arqueólogos consultar y gestionar de una manera sencilla y rápida toda la documentación de la que disponen.

- Utilizar una aplicación de software libre, de fácil difusión pública, donde no haga falta disponer de ningún otro programa para su funcionamiento.

- Conseguir que el proyecto final de grado nos proporcione unos nuevos conocimientos y que a su vez estén relacionados con los adquiridos durante la carrera.

- Obtener coordenadas cuadrícula y coordenadas UTM en el sistema de referencia ETRS89 y cota ortométrica, de todos los elementos considerados de relevancia por los arqueólogos.

- Programar una aplicación que nos permita realizar búsquedas y consultas de todos los elementos que se han catalogado.

2. EL YACIMIENTO DE LA CUEVA DE CAN SADURNÍ

2.1. SITUACIÓN Y ENTORNO

La cueva de Can Sadurní está ubicada en el municipio de Begues, en el Baix Llobregat, en la provincia de Barcelona, a 2 km al Noreste del centro urbano de la villa.

La cueva se sitúa a una altura de 420 msnm y tiene unas coordenadas:

- UTM 31N (Sistema de referencia ETRS89)

  X: 409085 m. e Y: 457877 m.

- Coordenadas Geográficas (WGS84)

  Latitud: 41° 20' 47,11" N Longitud: 1° 54' 44,68" E

Fig.1 Ubicación de la cueva

Forma parte del denominado polje de Begues (Monturiol Pous 1964), en el extremo nororiental de Garraf siendo su sector más alto. Este valle alzado constituye un verdadero cruce de caminos (Blasco et al. 1982) utilizados ya desde la antigüedad. La cueva resultó afectada por dicha situación favorable, a la vez que participó de su dominio de un valle fértil y rico en agua, y dispuso de una envidiable comunicación natural hacia el Baix Llobregat, el Penedés, la Anoia y la actual comarca del Garraf.

El yacimiento se presenta como un conjunto formado por una terraza exterior de dimensiones considerables, en realidad una depresión doliniforme, y un receptáculo interior, formado por acción cárstico-tectónica, el desagüe de la dolina, denominado Cueva de Can Sadurní.

El macizo de Garraf se levanta entre el valle del Llobregat, la depresión del Penedés y el mar Mediterráneo. Se presenta como un bloque individualizado que bascula levemente hacia el SO, constituido por tres grandes niveles estratigráficos.

El primero está formado por dos bloques paleozoicos con materiales de estructura laminar que sólo afloran en la franja oriental del macizo, la parte baja del valle del Llobregat, desde Gavà hasta Martorell. Este nivel es conocido como Garraf negro, por el color de las rocas formadas en ambiente marino hasta su transformación en metamórficas de estructura laminar, las clásicas pizarras.

El segundo nivel, triásico, documenta dos estadios. Se le conoce como Garraf rojo, debido al color del gres y los conglomerados que conforman los riscos que se extienden desde Castelldefels a Castellví de Rosanes pasando por Eramprunyà.

El tercer nivel, también secundario, se extiende por encima del anterior y es conocido como Garraf blanco por el color claro de sus materiales. Está formado por calcáreas y dolomías producto de sedimentación marina, así como arcillas y yesos de origen más continental.

La Cueva de Can Sadurní se trata del primer asentamiento conocido, con presencia humana documentada desde el Epipaleolítico (hace unos 11.000 años), pero falta una gran parte por excavar.

2.2. LA EXCAVACIÓN

El año 1978 un grupo de investigadores encabezados por los arqueólogos Manel Edo, M.Josefa Villalba y Anna Blasco localizaron la cueva de Can Sadurní en la sierra de Montau (Begues, Baix Llobregat).

Fig.2 Entrada cueva de Can Sadurní

Después de 6 campañas consecutivas de trabajo, y un parón de 8 años, en 1991 se estructura un nuevo proyecto de investigación sobre el Neolítico en el Baix Llobregat, a partir de los conocimientos y experiencias adquiridas en las excavaciones de los yacimientos tan significativos como “Can Sadurní” y “Can Tintorer” por parte de los arqueólogos del CIPAG.

Este proyecto, avalado por la Universidad de Barcelona y aprobado por la Generalitat de Catalunya, contemplaba intervenciones en otros yacimientos prehistóricos de la zona de Begues (Margen del Moro, Can Figueres…) y por supuesto, la reanudación de las intervenciones arqueológicas en la cueva de Can Sadurní. Siguiendo esta línea, en el otoño de 1993 se retoman los trabajos arqueológicos después de 10 años con la

cueva cerrada y controlada.

Después de 9 campañas de excavación, en el año 2005, se planteó una reformulación del proyecto, ampliando el alcance cronológico, pero acotándolo geográficamente. Con la campaña del año 2006 se inicia un nuevo proyecto llamado "*La Prehistòria al sud-est del Llobregat. De la costa al massís de Garraf-Ordal"* proyecto que se finalizaba en 2013.

El año 2008 el colectivo CIPAG, en colaboración con la Universidad de Barcelona y el Ayuntamiento de Begues, desarrollo el "*Projecte Integral d'Història."30 anys d'investigació prehistòrica a Garraf",* coincidiendo con los actos de celebración de la efeméride de los 30 años de excavaciones sistemáticas en el macizo del Garraf. El proyecto consistía en la convocatoria de unas "Jornadas Internacionales de Prehistoria "*Garraf, 30 anys d'excavacions arqueològiques" y la* presentación de una exposición *"La prehistòria de Garraf. Recull de 30 anys d'excavacions arqueològiques".*

Desde el año 2009 se ha continuado con el desarrollo del proyecto "*La Prehistòria al sud-est del Llobregat. De la costa al massís de Garraf-Ordal".*

Actualmente se está bajando en extensión la capa 11, perteneciente al Neolítico Medio Postcardial (inicio del neolítico medio), en todos los cuadros, para igualar toda la superficie, antes de empezar con la capa 11b, en la que se detectan piedras y una fuerte pendiente hacia el interior de la cueva.

Fig.3 Interior de la cueva

2.3. LA ESTRATIGRAFIA

Con 27 capas estratigráficas y más de 4 metros de sedimentos excavados hasta la fecha, supone la estratigrafía arqueológica más completa de la prehistoria reciente de Cataluña.

En estas 27 capas se desarrollan 28 episodios históricos diferentes, que forman el más cuidadoso guión del paso de la especie humana por el macizo del Garraf durante los últimos 11.000 años.

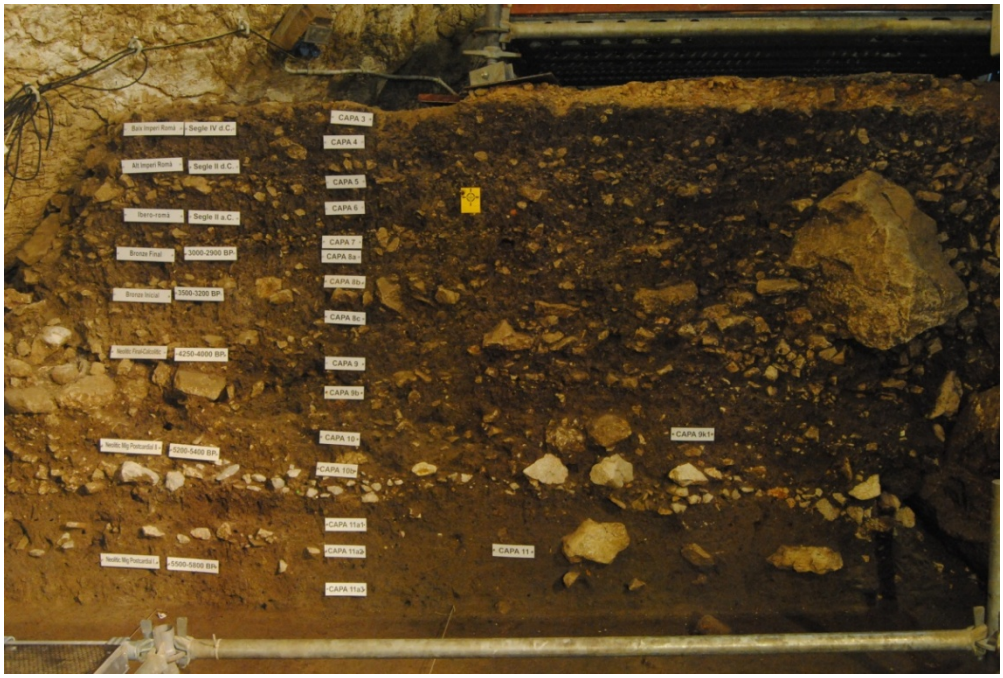


Fig.4 Estratigrafia actual (2014)

Las primeras campañas de excavación (1978-1983) se vieron muy afectadas por la presencia de zanjas (alguna muy grande), recordando la época en que la cueva era visitada por excavadores incontrolados. A pesar de estas zanjas, quedó suficientemente clara, la existencia de zonas vírgenes en los primeros niveles para poder llegar a establecer una estratigrafía fiable.

El hecho que la cavidad históricamente ha sido el desagüe de la depresión existente en la terraza, ha condicionado la aportación de sedimentos en su interior. Estos, en general, se han depositado en forma de cono de relleno y dado que la entrada, está descentrada respecto de la superficie interior de la cavidad, se han producido dos pendientes de relleno diferentes, uno en dirección Norte y otro en dirección Este, que han marcado la disposición de las diferentes capas y estratos del sedimento.

Entre todos los hallazgos encontrados en la cueva de Can Sadurní, cabe destacar especialmente:

- Los 5 episodios sepulcrales, 4 de ellos de inhumación Neolítico Antiguo Cardial, Neolítico Medio Post Cardial, Neolítico Final Veraciano y Calcolítico Campaniforme) y el último de incineración (Bronce Final).

Fig.5 Resto sepulcral

- Los restos más antiguos de cerveza de toda Europa, que datan aproximadamente del 4.300 aC (Neolítico Medio). Se hallaron silos de cebada, molinos y un recipiente cerámico de gran tamaño con restos de cerveza.

Fig. 6 Recipiente cerámico

- La figura prehistórica de cerámica más antigua de la Península Ibérica, que data del 4.500 aC (Neolítico Medio). Se considera un elemento singular con fuerte carga simbólica y espiritual, lo que le llevó a ser llamado el “Encantat de Begues”, por el componente mágico-religioso.

Fig.7 L’Encantat de Begues

A continuación se explicará con detalle la estratigrafía actual de la cueva.

ESTRATO SUPERFICIAL.

Capa 1

Tiene una profundidad media de unos 15 cm. Está compuesta de tierra de color marrón oscuro, polvorienta y seca. Se observa la presencia de algunas piedras medianas, muchas gravas y la tierra fina está muy removida, lo que hace que no presente estructura compacta. Se trata del estrato superficial y corresponde al momento moderno de la cueva de los últimos treinta o cuarenta años de visitas incontroladas.

Capa 2

Tiene una profundidad media de 15 cm. Dispone de pocas piedras y de algunas gravas de caliza. Se trata de una capa en la que se observa gran abundancia de estiércol. Se concluye que es la famosa capa en la que se plantaron champiñones durante los años posteriores a la Guerra Civil española, por parte del padre del actual propietario de la cueva, el Sr. Sadurní Vendrell. Se trata, en consecuencia, de una capa removida. Su presencia se observa, sobre todo, en los cuadros interiores de la sala, más bajos y planos, hecho que ayudaría a la plantación y racionalización del cultivo de champiñones.

Capa 3

Tiene una profundidad media de 6 cm. Presenta abundantes piedras y gravas de caliza. Se trata de la capa de drenaje que el Sr. Sadurní Vendrell padre, colocó por debajo de la de cultivo de champiñones para que la capa 1 quedara siempre suelta y no se compactase en exceso por el riego.

ESTRATO I

Capa 4

A partir de este momento comienza la verdadera estratigrafía antigua de la cueva. En el punto de recogida de muestras presenta una profundidad de tan sólo 4 cm., hecho que no se produce en otros lugares de la cueva, donde su profundidad es superior. Tan sólo tiene una pequeña cantidad de gravas de calcárea y las arenas son redondeadas. Contiene, también, carbón vegetal. Se trata de la primera capa en la que observamos la inclinación de los sedimentos de la cueva. Los materiales arqueológicos que se disponen en esta capa, se corresponden a todas las presencias

que ha habido en la cueva hasta el momento alto imperial, siendo este el momento en el que se debía conformar la capa.

Capa 5

Se trata del primer nivel bien situado cronológica y estratigráficamente. Presenta una profundidad media de 17 cm. Hay muchas piedras de tamaño medio y pequeño, angulosas y de caliza, así como carbón vegetal. Se trata de una capa compacta de piedra pequeña y mediana, de origen antrópico, que parece ser el suelo de la capa 4 y de filiación alto imperial.

Capa 6

Tiene una profundidad uniforme de 9 cm. La capa presenta muy pocas piedras y abundante cantidad de gravas calizas. Asimismo, presenta gran abundancia de fragmentos de carbón vegetal. Una datación C14 de este carbón dio como resultado 2050 ± 80 BP (hay 214 ANE-94 DNE). Los materiales arqueológicos que se encuentran en esta capa corresponden a la fase de hábitat de un momento ibero-romano de finales del siglo II a.C.

Capa 7

Mantiene prácticamente en toda su extensión una profundidad de 9cm. Se trata de una capa con gran cantidad de bloques y piedras de caliza. También aparece una cierta cantidad de carbón vegetal. Su inclinación no es excesiva debido que se trata de un suelo antrópico de nivelación, que es el verdadero suelo del nivel ibero-romano anterior.

Capa 8

Tiene una profundidad de 28 cm., la cual se amplía en los cuadros más nororientales y disminuye en dirección sudoccidental, donde prácticamente desaparece. Se observa la presencia de algún bloque y alguna piedra, todas ellas calizas. Hay cantidad abundante de carbón vegetal. Sobre esta capa discurre toda la secuencia de la Edad de Bronce en la que se documenta la presencia de materiales pertenecientes al Bronce Antiguo / Medio y Final.

La excavación del cuadro E-7 durante la campaña de 1993 muestra que la mencionada capa podía subdividirse en tres subcapas, que llamaremos a, b y c, siendo la capa 8a un nivel de tierra, la 8b un nivel de piedras pequeñas, que podría ser el suelo de la anterior capa y la 8c otro nivel de tierra.

Capa 9a

Presenta una profundidad media de 28 cm. Hay gran cantidad de piedras, así como algún bloque, todos ellos calcáreos. Se trata de la capa donde se depositan las inhumaciones colectivas correspondientes al Neolítico Final-Calcolítico de la cueva que se sobreponían a una capa de piedras medianas y grandes (capa 9b). Sobre este nivel cultural se han localizado dos estructuras de combustión, una de ellas, se trata de una cubeta llena de cenizas situada entre las capas 9a y 9b. La segunda, corresponde a un gran hogar con gran cantidad de carbonos y piedras de la propia estructura. De esta segunda estructura de combustión se disponen de tres dataciones C14, los resultados de las cuales han sido 4080 ± 100 BP (2.915 a 2.400 cal ANE), 4130 ± 110 BP (3.000 a 2.415 cal ANE) y 4160 ± 160 BP (3155 -2400 cal ANE). Estas dataciones corresponden con el momento cultural de la capa.

Capa 9k1

Se llama capa 9k1 a un episodio de caída puntal de piedras producida entre la capa 9 y la capa 9b. De los resultados obtenidos en las campañas 2006 y 2007, se puede extraer que la caída es procedente de la pared sureste de la cavidad.

Aunque la formación de la capa se considera un episodio de la acción antrópica de preparar el terreno que representa la formación de la capa 9b, para la recepción de las inhumaciones del Neolítico Final-Calcolítico y, en consecuencia, se debería atribuir a esta época, lo cierto es que la capa contiene mayoritariamente material del neolítico postcardial 2, que cronológicamente se correspondería a los inicios del neolítico medio.

Capa 9b

Está constituida por una ligera capa de bloques pequeños, que hace de fondo a la estricta capa de inhumaciones (capa 9) La capa es uniforme tanto en tamaños de bloques como en espesor de capa, que oscila entre 7 y 10 cm.

En esta capa han aparecido dos estructuras. La primera, claramente de combustión, mide unos 80cm de diámetro, y se asocia a una segunda estructura, rellena de piedra y sin rastros de combustión, que se supone que es una estructura de calentamiento y/ o mantenimiento de alimentos.

Capa 10

Su profundidad es de 24 cm. Su procedencia es exterior, por lo que se observa una inclinación muy acusada en dirección noreste. Se trata de la capa que corresponde, en la mayoría de los cuadros, con el momento de Neolítico Medio postcardial 2 de tipo Molinot, en su fase más moderna (postcardial 2 de Can Sadurní).

Capa 10b

Capa formada por grandes bloques de piedra caliza junto con piedras de tamaños diversos (grandes y medianas) que forman una fuerte pendiente, en dirección NE. Su hundimiento produjo la caída y penetración de estos bloques de caliza en el interior de la sala, debido a la existencia, ya claramente definida, del cono de derrubios que condiciona el depósito sedimentológico de la cavidad. La inclinación es muy pronunciada en la zona cercana a la entrada de la cavidad.

ESTRATO II

Capa 11

Su profundidad es de 71 cm. Se trata de un estrato muy homogéneo con pocas piedras y una ausencia total de grandes bloques. El color de la tierra es marrón claro, su textura fina y suelta, y se presenta muy seca. La capa no contiene piedras. Mantiene una importante presencia de taxones de carbón vegetal.

Su disposición permite pensar que se trata de una aportación natural de tierras procedentes del exterior de la cueva. Este sedimento estaría causado por la entrada de grandes masas de agua con tierra, seguramente en una etapa de grandes lluvias, hecho que queda ratificado por los estudios climatológicos y faunísticos. Esta capa se corresponde culturalmente al Neolítico Postcardial, de tipo Molinot, (postcardial 1 de Can Sadurní).

Capa 11a1

Sus características responden a la morfología general descrita para la capa. Se trata de una aportación natural de tierras procedente del exterior de la cueva debida a una reactivación del coluvión. Es un momento de grandes lluvias, y estas mezclan las inhumaciones de la segunda fase sepulcral del Neolítico Medio I (Neolítico Postcardial 1b de Can Sadurní). Las dataciones radio carbónicas nos sitúan entre el 5350 y 5250 BP.

Capa 11a2

Durante la utilización de la cueva como cámara sepulcral, se produce un pequeño colapso, que provoca la caída de bloques y limos arcillosos que conforman la morfología de la capa. Estos bloques cubren las inhumaciones de la primera fase sepulcral del Neolítico Medio I (Neolítico postcardial 1b de Can Sadurní). Este colapso se debió producir en torno a 5400-5375 BP.

Capa 11a3

Se trata de la primera fase de inhumaciones del nivel sepulcral del Neolítico Medio I. Los inhumados, que se presentan en posición fetal y totalmente conectados antropológicamente, están depositados sobre el sedimento de la capa 11a4, que tiene características morfológicas iguales a las de la capa 11a1. Las dataciones de los inhumados permiten confirmar que esta primera fase se desarrolla entre el 5500 y el 5400 BP.

Capa 11a4

Con las mismas características formales que la capa 11a1, es la capa que da pie a lo que se llamará Neolítico Postcardial 1a de Can Sadurní.

En general, la capa 11 se corresponde culturalmente al Neolítico Postcardial, de tipo Molinot, (postcardial 1 de Can Sadurní) y se corresponde con el horizonte "d" de la terraza exterior de la cueva.

Capa 11b

Se trata de una capa similar a la capa 10b, con grandes bloques de caliza junto con piedras de tamaño grande y mediano. La inclinación desde la entrada de la cueva es aún más acusada que la de la capa 10b. Su procedencia se atribuye a un accidente natural.

ESTRATO III

Capa 12

Textura margosa y fina, de 4 o 5 cm. Blanquecina en su parte superior y con detritus orgánicos de color marrón oscuro en la parte inferior. Coge el pendiente habitual respecto de la entrada de la cueva. Parece que su aportación haya sido debida a una decantación de agua mezclada con cal o margas.

Capa 13

Capa plana, de tierra gris-marrón. Descansa sobre el hombro del gran cono de entrada de materiales y parece haberse sedimentado en un momento de poca actividad aluvial. Su grosor es de unos 10 cm. A pesar que los hallazgos son escasos, estos nos indican que es un Neolítico Antiguo epicardial.

Capa 14

Se trata de una pequeña capa de piedras producto de un episodio aluvial. Su espesor oscila entre 8 y 10 cm. Su disposición es plana y parece un poco más estructurada que la capa 13. Los hallazgos de fauna son relativamente abundantes y van acompañados de cerámicas decoradas de estilo epicardial. Todo indica la presencia de un Neolítico Antiguo epicardial.

Capa 15

Capa marrón rojiza algo más estructurada, casi sin piedra, relativamente estrecha, entre 7 y 8 cm. de grosor. Los pocos hallazgos efectuados nos documentan una cerámica lisa, bruñida y oscura que nos vuelve a hablar del mismo mundo que las dos capas anteriores.

El conjunto de las tres capas 13, 14 y 15 han proporcionado gran abundancia de semillas, básicamente de cebada y de trigo.

Capa 16

Capa muy delgada (1-2 cm.). Dura y plana. Parece una aportación de material arcilloso que ha sedimentado y solidificado. Aportación natural. Se considera estéril y responde a un intervalo de tiempo en el que la cueva estaba desocupada.

Capa 17

Capa de sedimento rojo-marrón claro, totalmente estructurada, descansa de forma plana sobre el hombro del gran cono de entrada y parece haberse sedimentado en un momento de poca actividad aluvial, con un espesor de entre 12 y 14 cm. Se encuentra una gran profusión de material arqueológico (semillas, molinos, industria lítica tallada, cerámica). Esta capa se encuentra en un momento del Neolítico Antiguo Cardial Final.

Capa 18

El grueso de la capa está constituido por un nivel de bloques de tamaño grande y mediana, procedentes del exterior de la cavidad. La capa presenta una pendiente del 14% en sentido S-SW, mientras que en la dirección EW presenta una pendiente del 5%. Se constata, una inclinación del sedimento probablemente originada por la caída de los bloques de piedra de la cornisa exterior de la entrada de la cueva.

El material arqueológico recogido nos sitúa, en un Neolítico Antiguo Cardial Pleno o Clásico, y la cavidad en este momento se utiliza como lugar de inhumación de los difuntos. La presencia de fragmentos cerámicos decorados con motivos cardiales es muy alta.

ESTRATO IV

En la campaña de 2004 se consiguió acotar bien el cambio de estrato, del III al IV, en la capa 19, concretamente en el sedimento de transición entre el neolítico Cardial y el Epipaleolítico.

Capa 19

Formada por sedimento de color marrón rojizo, similar al de la capa 18, con mucha grava suelta. La tierra está suelta y poco húmeda. La capa tiene un espesor de 2-3 cm. Sedimento sin ningún material cerámico y con gran cantidad de restos de fauna y diversos utensilios de sílex.

Capa 20

Formada por arcilla roja muy oscura, muy compacta y húmeda, sin piedras. Tiene un grosor de unos 10 cm. Presenta una inclinación en sentido descendente hacia el interior de la cueva, en dirección norte.

Capa 21

Formada por arcilla roja y con piedra de tamaño pequeño. Mantiene la misma inclinación que la capa 20, descendiente hacia el interior de la cueva, en dirección norte. Los restos recuperados corresponden a fauna (conejo y macrofauna) y utillaje lítico tallado y óseo, cuyo análisis, junto con la datación radio carbónica, adscriben esta capa en el epipaleolítico.

Capa 21 Estructura 6

Capa de sedimento, a todos los efectos igual al de la capa 21, que se diferencia de ésta por estar repleta de carbón vegetal. Se trata de una extensa capa de concentración de carbones, en un principio tenía una apariencia aplanada, pero en realidad estaba inclinada. Se encontraron algunas piedras de tamaño medio y pequeño y numerosos restos de fauna y de industria lítica.

Capa 22

En el extremo S-SE del cuadro G8, y durante la campaña de 2007 apareció de nuevo el mismo sedimento de la capa 21 sin carbones, lo que representa, el final de lo que llamábamos capa 21 Estructura 6 y el inicio de un episodio diferente. El sedimento excavado es paupérrimo y sólo se ha limpiado el sector para dejar constancia.

Por último, se muestra una tabla resumen de las dataciones absolutas más importantes en la cueva de Can Sadurní.

QUADRE DE DATACIONS ABSOLUTES DE LA COVA DE CAN SADURNÍ

CODI LAB.	CODI JACIMENT	TIPUS ANÀLISI	TIPUS MOSTRA	DATA ANÀLISI	EDAT BP	CALIBRACIÓ BC 2 sig	CAPA	PERIODE	BIBLIOGRAFIA
I-12266	4CS-E7-D8-Ic	C14 normal	Carbó vegetal	1982	2050± 80 BP		6	IBERO-ROMÀ. REPUBLICA	
I-12718	CS-E8-D8-Id	C14 normal	Carbó vegetal	1983	2920±100 BP		8	BRONZE FINAL	
I-17919	93CS-F7-Id2-8b-186	C14 normal	Carbó vegetal	1994	3270±150 BP		8a	BRONZE INICIAL	
UBAR-767	01CS-D/E-6/7-Ie-8c	C14 normal	Carbó vegetal	2003	3430±110 BP	2015-1495 BC	8c	BRONZE INICIAL	
I-12717	5CS-H8-If-1	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1983	4080±100 BP	2915-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-13315	6CS-I8-Ie-1b/s	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1984	4130±110 BP	3000-2415 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-13313	6CS-H8-If-1bis	C14 normal	Carbó Vegetal Estructura 2	1984	4160±160 BP	3155-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-11533	2CS-F6-G5-G6	C14 normal	Os humà	1980	4225± 90 BP	3155-2400 BC	9	NEOLÍTIC FINAL-CALCOLÍTIC	
I-11787	3CS-FGH5-Ie	C14 normal	Carbó vegetal	1983	5800±160 BP	5070-4415 BC	10	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	EDO ET ALII, 1986
OxA-15490	95CS-I8/I9-10	AMS C13 = 23.4	Llavors Trit.dicoc/monoc	2007	5279± 31 BP		10	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	INÉDIT
Beta-210652	96CS-H9-Ig-10b-89	C14-AMS	Os humà	2006	5340± 40 BP	4320-4290 i 4260-4040 BC	10b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 2	INÉDIT
Beta 197134	01CS-H9-IID-11-82	C14-AMS	Vértebra humana	2004	5290± 40 BP	4240-3990 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
I-17918	93CS-G6-IIc-11	C14 normal	Carbó vegetal	1994	5350±150 BP		11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
I-13314	6CS-G7-IIe-1	C14 normal	Carbó vegetal	1984	5470±110 BP	4540-3935 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	EDO ET ALII, 1986
UBAR 768	01CS-G9-IId-11	C14 normal	Carbó vegetal	2003	5470±140 BP	4805-3980 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
Beta-238657	04CS-F6-IId-11-89/21	C14-AMS	Os cabra subad sencera	2008	5570± 40 BP	4470-4340 BC	11	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
UBAR-846	02CS-I6/I5/H6-11b	C14 normal	Llavors cireres arbòç	2006	5635± 45 BP		11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
I-11789	3CS-H5-IIb	C14 normal	Carbó vegetal	1983	5700±110 BP	4885-4405 BC	11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	EDO ET ALII, 1986
Beta-210653	03CS-I5-IIe-11b-20	C14-AMS	Maxilar sùid	2006	5790± 40 BP	4720-4530 BC	11b	NEOLÍTIC POSTCARDIAL 1	INÉDIT
Beta-179900	97CS-FG8-IIIa-14	C14-AMS	Carbó vegetal	2003	5980± 40 BP	4988-4773 BC	14	NEOLÍTIC ANTIC EPICARDIAL	BLASCO ET ALII, 2005
Beta-127886	97CS-F8-IIIb-17	C14 normal	Carbó vegetal	1999	6050±110 BP	5227-4708 BC	17	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL FINAL	BLASCO ET ALII, 1999
OxA-15491	96CS-17/18-IIc-11	AMS C13=22.2	Llavors triticum dicoccum	2007	6375± 34 BP	5392-5304 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLE	MARTIN ET ALII, 2010
OxA-15489	97CS-F6-17	AMS C13= 23.3	Llavors triticum dicoccum	2007	6391± 34 BP	5394-5313 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLE	MARTIN ET ALII, 2010
UBAR 760	01CS-G8-IIIc-18-107	C14 normal	Llavors cereal	2003	6405± 50 BP	5476-5309 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLE	BLASCO ET ALII, 2005
OxA-15488	01CS-F8-IIIc-18-55	AMS C13= 22.9	Llavors triticum dicoccum	2007	6421± 34 BP	5472-5329 BC	18	NEOLÍTIC ANTIC CARDIAL PLE	MARTIN ET ALII, 2010
Beta-230733	04CS-I8-IVa-20-355	C14-AMS	Carbó vegetal	2007	7320± 50 BP	6330-6320 i 6230-6090 BC	20	MESOLÍTIC D'OSQUES I DENTICULATS	INÉDIT
Beta-179899	03CS-F8-IVd-21	C14-AMS	Carbó vegetal	2003	9360± 40 BP	8730-8540 BC	21	EPIPALEOLÍTIC GEOMÈTRIC	INÉDIT
Beta-230734	05CS-F8-IVe-21-40	C14-AMS	Os macrofauna	2007	10540± 60 BP	10840-10410 i 10320-10290 BC	21	EPIPALEOLÍTIC MICROLAMINAR	INÉDIT

Fig.8 Cuadro de dataciones absolutas

Anexo 2: Proceso de Rectificación de Imágenes con RDF

Para rectificar las imágenes se ha utilizado una aplicación llamada “RDF”.

El primer paso al abrir la aplicación es escoger el sistema de digitalización fotogramétrica, entre analítico o geométrico, en nuestro caso, se escoge “Analítico”.

Fig.1 Pantalla inicio RDF

Una vez dentro de la aplicación, se abre la fotografía a rectificar (figura 2).

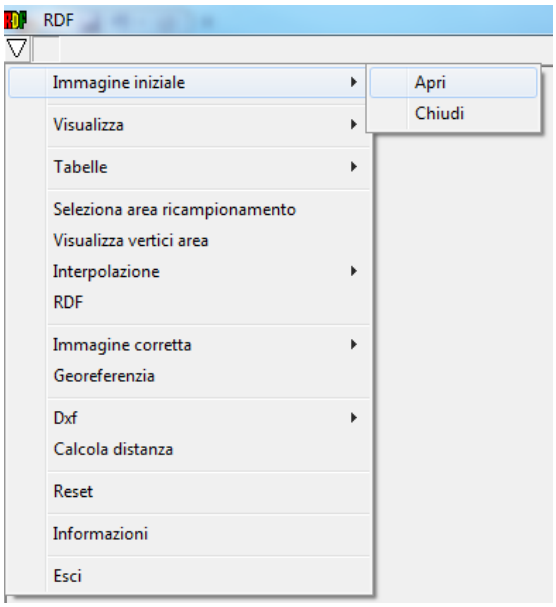


Fig.2 Cargar Imagen a rectificar

Desde el menú principal de la barra de menús, se abre un navegador que nos ayudará a desplazarnos por la imagen para seleccionar los puntos (figura 3).

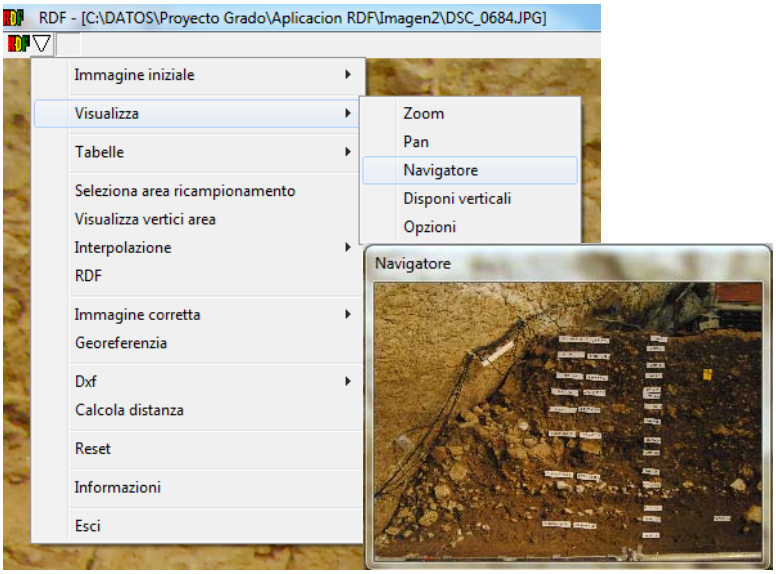


Fig.3 Cargar Navegador

El siguiente paso es abrir las tablas donde se cargan las coordenadas objeto y las coordenadas imagen (figura 4).

Las coordenadas imagen son las que se irán seleccionando sobre la imagen, y las coordenadas objeto son las tomadas en campo en sistema de coordenadas B.

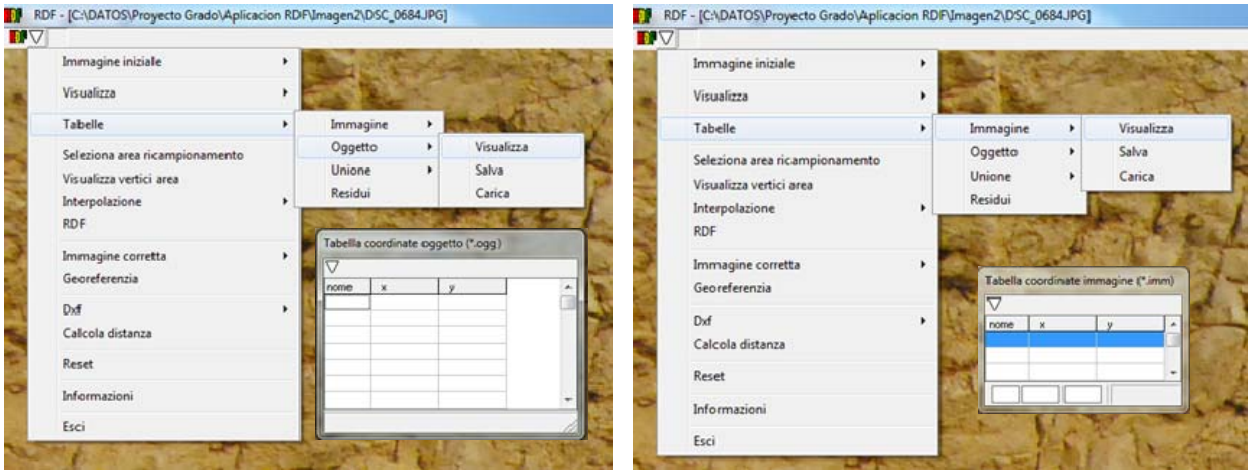


Fig.4 Tabla Objeto y Tabla Imagen

Las coordenadas objeto, se pueden cargar desde un archivo con extensión *.ogg (figura 5), o entrarlas una a una.

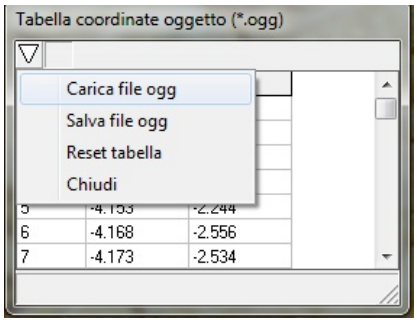


Fig.5 Carga archivo objeto

Una vez las coordenadas objeto están cargadas, se pasa a asignar las coordenadas imagen. Para ello, desde la ventana de la tabla de coordenadas imagen, se despliega en menú y se selecciona “Inizia collimazione”, para empezar la colimación, como se ve en la figura 6.

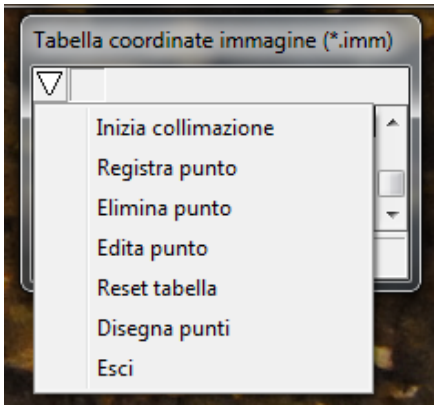


Fig.6 Empezar colimación

Se selecciona el punto en la imagen y se registra, como aparece en la figura 7.

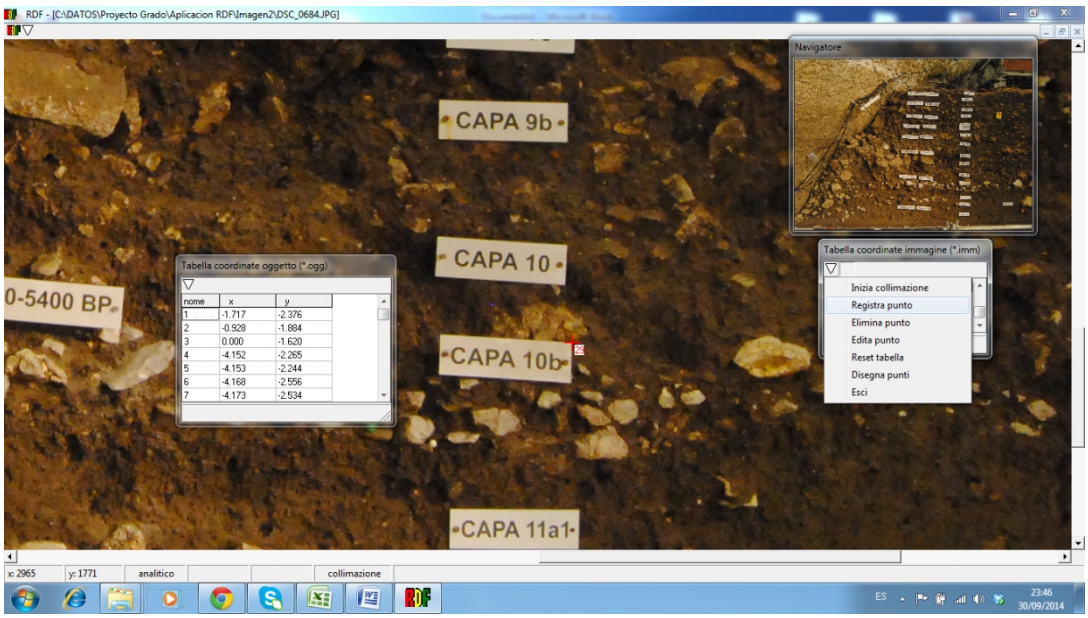


Fig.7 Seleccionar punto y registrar

El siguiente paso es unir las tablas de coordenadas imagen y objeto en una sola tabla (ver figura 8). Cuando se entrar las coordenadas imagen se ha de asignar el mismo número de punto que el que tiene en la tabla de coordenadas objeto. La unión se puede guardar como archivo *.fot.

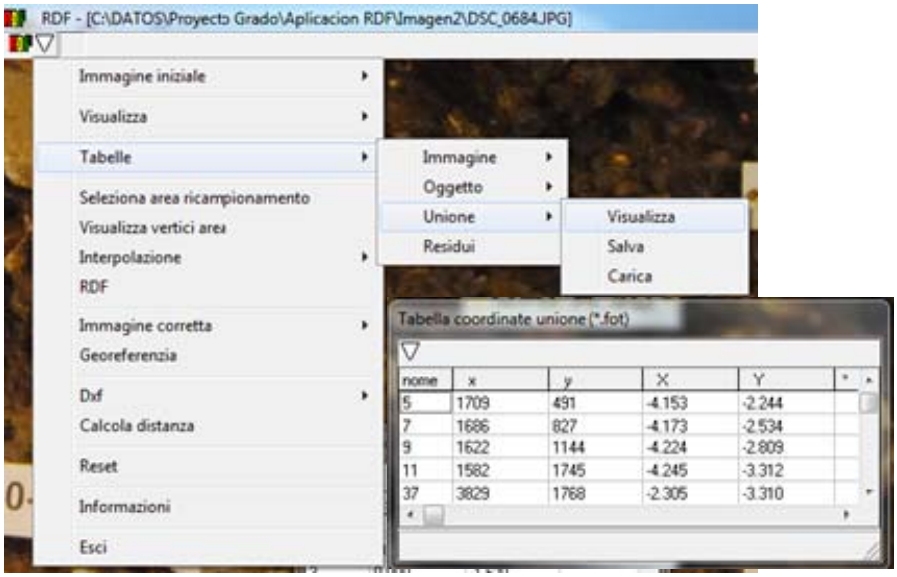


Fig.8 Unir Tablas

Antes de iniciar el rectificado, solo nos queda seleccionar el área de la muestra que aparecerá con una línea gris discontinua (ver figura 9).

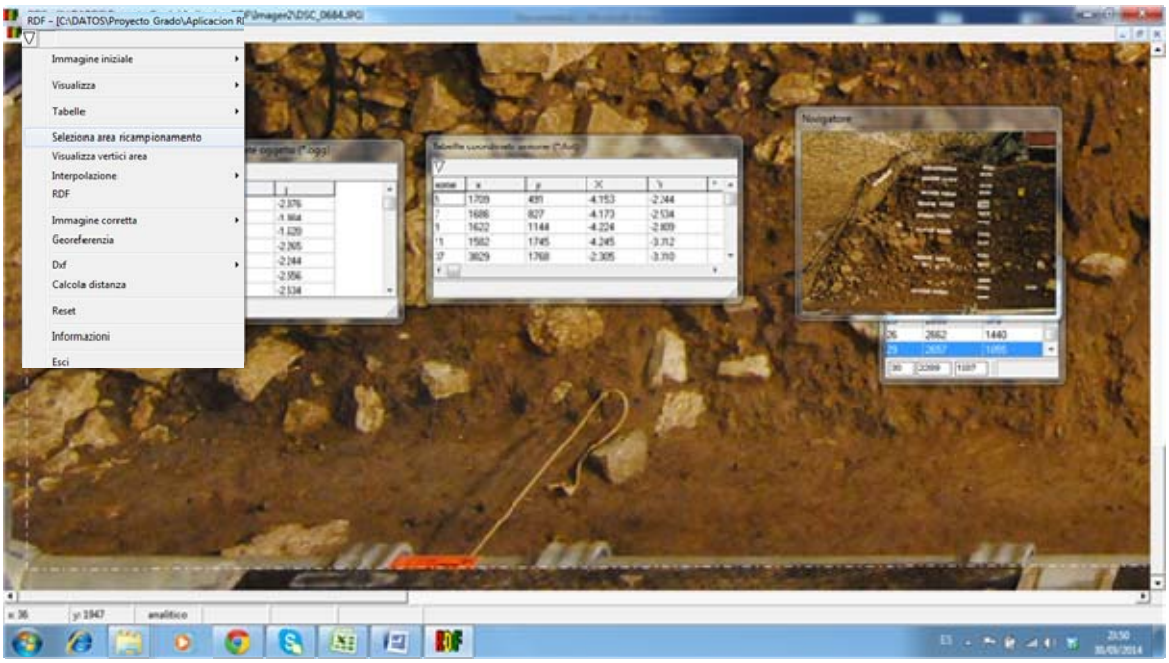


Fig.9 Seleccionar area de la muestra

Y por último, desde el menú principal, se selecciona RDF, se escogen los valores del pixel, en nuestro caso 0,001 m, y desde la escala de imagen correcta se selecciona RDF (ver figura 10).

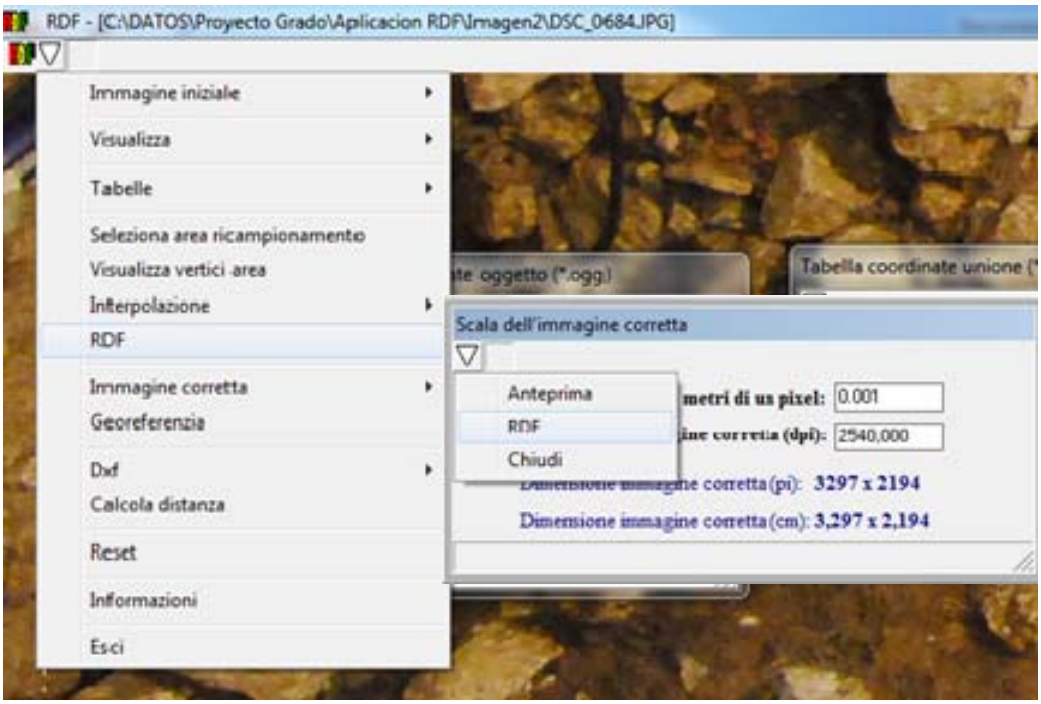


Fig.10 Iniciar proceso de rectificado

Y así se obtiene la imagen rectificada como se aprecia en la figura 11.

Fig.11 Imagen Rectificada

La imagen rectificada va acompañada de un archivo con el mismo nombre que la imagen y extensión bmpw, que incluye 6 características de la transformación, que son:

- Resolución de la coordenada x en metros
- Giro en x en radianes
- Giro en y en radianes
- Resolución de la coordenada y en metros y signo negativo
- Coordenadas x de la esquina superior izquierda
- Coordenadas y de la esquina superior izquierda

Anexo 3: Contenido del CD

- Un primer archivo en .pdf que contiene el “Resumen”.

- Un segundo archivo en .pdf que contiene todo el trabajo (memoria completa, resumen y anexos)

- Un tercer archivo en .pdf que contiene una parte de la memoria en una tercera lengua, en nuestro caso, inglés, llamado “Traducción tercera lengua”.

- Programas y aplicaciones. Una carpeta que contiene todo el proyecto Can Sadurní:

    - Archivo CanSadurni.qgs (Proyecto QGIS)
    - Archivos csv cargados (capas)
    - Simbología de las capas
    - Herramienta Can Sadurní 1
    - Herramienta Can Sadurní 2
    - Herramienta Can Sadurní 3
    - Fotografías de los objetos
    - Imágenes rectificadas